



Trabajo de Fin de Grado

**«Análisis espectrográfico del habla en pacientes
afectados por párkinson para contribuir al
diagnóstico»**

**«Spectrographic speech analysis in patients affected by
Parkinson's disease to contribute to diagnosis»**

Autor: Hugo Olmedo Iglesias

Tutora: M^a Dolores Muñoz Núñez

Grado en Lingüística y Lenguas Aplicadas

Curso Académico 2017-18

Fecha de presentación: 08/06/2018



Facultad de Filosofía y Letras

ÍNDICE

0. Resumen y palabras clave	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Antecedentes	6
2. FONÉTICA ACÚSTICA	7
3. PATOLOGÍAS LINGÜÍSTICAS EN EL PÁRKINSON	14
3.1. Alteraciones articulatorias	17
3.1.1. Disartria hipocinética	17
3.1.2. Bradilalia	18
3.2. Alteraciones prosódicas (disprosodia)	18
3.2.1. Voz monocorde	19
3.2.2. Falta de fluidez	19
3.2.3. Hipofonía	20
3.2.4. Taquifemia	20
3.3. Alteraciones en la resonancia	20
3.3.1. Hipernasalización	21
4. ANÁLISIS DE ALGUNAS MUESTRAS DE HABLA	21
5. RESULTADOS OBTENIDOS	32
6. CONCLUSIONES	34
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
8. ANEXOS	43

Resumen

En este trabajo de investigación se realizará, desde el ámbito de la fonética acústica, y en concreto con la herramienta *Praat*, un análisis de las diferentes alteraciones fonéticas que aparecen en la sintomatología de los pacientes afectados por párkinson. Eso supone, por una parte, realizar una revisión teórica de tales alteraciones y de la propia fonética acústica y, por otra, llevar a cabo un análisis práctico contrastivo de aquellos patrones significativos del habla no afectada por párkinson frente a los que aparecen en pacientes que presentan esta patología. Todo esto con el fin de poder encontrar marcadores en espectrogramas que sirvan para establecer patrones comunes en esta enfermedad motora.

Palabras clave: *fonética acústica, lingüística clínica, párkinson, voz, espectrograma, análisis acústico, trastornos del habla, trastornos motores*

Abstract

In this research work, from acoustic phonetic field, and specifically with *Praat* tool, an analysis of different phonetic disorders which appear in symptomatology of patients who suffer from Parkinson will be made. That implies, on the one hand, making a theoretical review of aforesaid disorders and acoustic phonetics itself and, on the other hand, carrying out a practical contrastive analysis of those significant speech patterns which are not affected by Parkinson against those one which appear in patients who present this disease. All this with the purpose of being able to find markers in spectrograms which can be used to determine common patterns in this motor disease.

Key words: *acoustic phonetics, clinical linguistics, Parkinson, voice, spectrogram, acoustic analysis, speech disorders, motor disorders*

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo intenta aportar desde el campo de la lingüística un nuevo enfoque al tratamiento de los déficits lingüísticos que encontramos en diversas patologías y propone un parámetro distinto para la detección temprana de enfermedades motoras: el análisis espectrográfico del habla. El trabajo surge por la necesidad de mejorar y acelerar el diagnóstico clínico de la enfermedad de Parkinson a través del análisis acústico de la voz. Otro motivo para la realización de este estudio ha sido la escasa bibliografía científica, principalmente lingüística, existente sobre el análisis espectrográfico de pacientes con trastornos del movimiento, concretamente, con párkinson. La mayor parte de la bibliografía pertenece a campos como la neurología, la psicología, la biología, la logopedia, la ingeniería, etc. que tienen el lenguaje como objeto de estudio interdisciplinar. Sin embargo, uno de los mayores aspectos que han influido a la hora de elaborar este trabajo ha sido el gran interés y la oportunidad de participar como alumno colaborador en el Hospital Universitario Puerta del Mar. Esta colaboración se realizó a través del Área de Lingüística General y, específicamente de Lingüística Clínica, bajo la supervisión de la Profa. Dra. María Jesús Paredes Duarte. Tanto ella como el Prof. Dr. Antonio Ruiz Castellanos y la contribución del Dr. Raúl Espinosa Rosso, neurólogo del mismo hospital, propiciaron la motivación para realizar este estudio. La observación de numerosos pacientes que sufren párkinson me ha despertado la necesidad de intentar acercarme y mejorar en lo posible el estado en el que muchos de ellos se encuentran.

Este trabajo puede resultar novedoso y atractivo por la originalidad de combinar dos campos científicos como el de la lingüística y, en especial, una de sus subdisciplinas, la fonética, y el de la medicina. Los pocos trabajos principalmente lingüísticos existentes y la reciente aplicación de la lingüística a otros campos del saber le otorgan un carácter innovador y su finalidad puede resultar de gran beneficio para entender mejor el funcionamiento de la enfermedad de Parkinson, tanto en su diagnóstico como en su evolución con el transcurso del tiempo. Así pues, este estudio puede motivar la aparición de futuras investigaciones que consoliden la validación de las hipótesis y los resultados perseguidos, así como llegar a conclusiones más sólidas.

De este modo, los objetivos que el presente trabajo pretende conseguir se basan en:

- Presentar las principales patologías lingüísticas de carácter fonético que aparecen en la enfermedad del párkinson.
- Tratar de observar a través de Praat si existen diferencias en los parámetros acústicos de los espectrogramas en personas con y sin párkinson.
- A partir del análisis acústico de voces de pacientes con enfermedad de Parkinson, tratar de mostrar que Praat puede constituir una herramienta de apoyo en el diagnóstico del párkinson.
- Fomentar la interdisciplinariedad de la lingüística y la fonética con otros campos científicos.

Las hipótesis que se plantea perseguir en el trabajo son que:

- *Existen diferencias entre espectrogramas de voces de personas con párkinson frente a los de personas que no lo padecen;*
- *El análisis espectrográfico de la voz puede servir como diagnóstico para detectar, junto con otros indicios, el párkinson;*
- *Existe deterioro lingüístico en las voces de pacientes con párkinson con el transcurso del tiempo;*
- *Existe una correlación entre parámetros acústicos en espectrogramas y la enfermedad de Parkinson.*

La metodología utilizada en este trabajo es de carácter doble: teórica y práctica. En la metodología teórica se realiza, con el empleo de distintos manuales impresos y electrónicos, un recorrido de algunos antecedentes en relación con este estudio, una recopilación bibliográfica sobre el campo de la fonética acústica como subdisciplina de la lingüística, una exposición de una importante herramienta de análisis acústico, la relevancia del análisis espectrográfico como método de investigación, la utilidad de la fonética en otras disciplinas científicas y, por último, una revisión de las patologías lingüísticas de carácter fonético más importantes que están presentes en el párkinson.

En la metodología práctica, se analizan distintas voces de personas que padecen párkinson y personas que no se encuentran afectadas por esta patología a través de espectrogramas obtenidos con el software de análisis acústico *Praat* 6.0.40 y así poder determinar qué parámetros son los que se diferencian entre ambos para el establecimiento

de una serie de indicadores o marcadores que sirvan de referencia. Al analizar las características más significativas que aparecen en los espectrogramas para buscar patrones comunes y luego cuantificar los datos obtenidos, el método que se ha empleado en este trabajo es, por tanto, el método cualitativo-cuantitativo. Se ha estudiado un total de 10 participantes: 8 de ellos son personas que padecen párkinson y 2 son personas que no la sufren. Las voces de los primeros fueron grabadas en la Asociación de Parkinson de Cádiz. Los parámetros acústicos que se han tenido en cuenta a la hora de analizar en este trabajo son la frecuencia, descompuesta en sus formantes, la intensidad, la duración y la curva de entonación.

Los avances en las técnicas de análisis acústico han ayudado a mejorar tanto el entendimiento del funcionamiento del lenguaje como el progreso en otros campos multidisciplinares en los que este presenta un papel fundamental. Desde el ámbito médico, diagnosticar y rehabilitar el lenguaje es una meta que muchos se proponen y, gracias a los numerosos procedimientos que existen hoy día, como las técnicas de neuroimagen, el hallazgo de patologías lingüísticas es mucho más temprana y veloz que hace unas décadas. El análisis espectrográfico es relativamente reciente y su aplicación en el campo de las patologías del lenguaje puede ayudar a avanzar en la investigación y a detectar y mejorar los déficits que provocan algunas enfermedades en el habla y el lenguaje.

1.1. Antecedentes

Aunque el párkinson ha sido estudiado desde mucho antes de que James Parkinson describiera esta afectación, es a partir de él cuando la patología empieza a tener un mayor reconocimiento gracias a su obra *An Essay on the Shaking Palsy*, publicada en 1817 y en la que describe los síntomas que la caracterizan. Sin embargo, el análisis acústico de las voces de personas con párkinson no se había estudiado hasta un tiempo después de la aparición de las primeras técnicas de análisis acústico. Con el desarrollo de la informática y las nuevas tecnologías, se perfeccionan y actualizan algunas herramientas y aparecen otras tantas más novedosas, lo que facilita y amplía el campo de estudio. Por tanto, los primeros antecedentes de este trabajo se sitúan a finales del s. XX, y empiezan a proliferar abundantes investigaciones de este tipo desde la entrada del s. XXI hasta la actualidad. A pesar de las numerosas aplicaciones de la fonética en otros campos, en este caso, el

clínico, y las múltiples investigaciones sobre la enfermedad de Parkinson, los estudios que existen desde la perspectiva lingüística en comparación con otras disciplinas son insuficientes. Algunos autores se han centrado en el análisis espectrográfico de la disartria (Delgado & Izquierdo, 2016), una de las principales anomalías articulatorias del párkinson), donde analizaron las transiciones del F2 en diptongos y observaron que estas son más lentas en los pacientes con disartria que en los que no la padecían. Otro trabajo en el que se ha analizado acústicamente la voz de pacientes con párkinson ha sido el llevado a cabo por F. Martínez-Sánchez (2010), que establece una relación entre la enfermedad de Parkinson y la alteración de algunos parámetros acústicos como la frecuencia fundamental, la amplitud, el tiempo de inicio de la sonoridad (VOT), etc. y se encontró diferencias respecto al grupo de control. También J. Ruzs, R. Cmejla, H. Ruzickova y E. Ruzicka (2011) han elaborado desde los campos de la medicina y la ingeniería estudios, cuyo principal objetivo es determinar si existen trastornos del habla en las etapas tempranas del párkinson y sin medicación. Asimismo, existen estudios que demuestran diferencias en los niveles de la frecuencia fundamental, en la duración de vocales y en la del VOT en pacientes con párkinson, entre otros parámetros (Aguilera; Escobedo; Sanabria & Núñez, 2015).

2. FONÉTICA ACÚSTICA

Aunque en este apartado nos encontremos hablando sobre la fonética acústica, es importante resaltar que las propiedades acústicas de los sonidos tienen origen en la configuración que posee el aparato fonatorio en las distintas formas de producción, fijándose así una fuerte conexión entre la fonética acústica y la fonética articulatoria (Llisterri Boix, 1991: 19). Martínez Celdrán define la fonética acústica como el análisis de la composición física de las ondas sonoras que son las responsables de enviar el mensaje entre el emisor y el receptor (2002: 25). Según J. Llisterri Boix, “la fonética acústica trata las propiedades físicas de los sonidos del habla, considerándolos como ondas sonoras” (1991: 18). Cualquier mensaje de carácter oral es una sucesión de sonidos que se transmite por vía oral y está compuesto por ondas sonoras emitidas por un locutor y recibidas por un oyente (Obediente, 2007: 45). Teniendo en cuenta que el sonido es el elemento de estudio básico de la fonética, podemos definir este concepto como la decodificación realizada por nuestro cerebro de las vibraciones que percibimos mediante

los órganos auditivos (Quilis, 2010: 31), aunque A. M. Borzone de Manrique ofrece una definición algo más detallada del sonido:

En síntesis, el sonido es un fenómeno físico que asume la forma de ondas y, como tal, obedece a cierta [sic] leyes físicas. Se origina en una perturbación, producida por el movimiento de un cuerpo (la fuente), que irradia en toda dirección. Desde el instante en que la [sic] ondas se forman pueden ser medidas, explicadas e ilustradas. (1980: 18-19)

El concepto de *onda* que hemos visto en la explicación anterior hace referencia a la *onda sonora* y se define como el movimiento vibratorio longitudinal del sonido que puede percibir el oído, basado en concentraciones y enrarecimientos transmisibles en cualquier espacio elástico (Martínez Celdrán, 2007: 12). La estructura de esta onda sonora puede analizarse hoy día con la ayuda de distintas herramientas de análisis acústico que ofrecen una imagen visual de ella (Hualde, Olarrea & Escobar, 2001: 57). El provecho de la onda para la investigación acústica revela si existe habla o no, establece la fuente primordial de información sobre el inicio de la voz y revela fenómenos acústicos con la ayuda de diferentes tipos de visualización como los espectrogramas, entre otros (Boersma, 2013: 381). El espectrograma, también llamado sonograma, es uno de los métodos de representación acústica más comunes y utilizados, cuya utilidad principal es el análisis de la evolución del espectro de una señal en relación con el tiempo (Godino & Gómez, 2013: 90). Existen dos tipos de espectrogramas: los de banda estrecha y los de banda ancha. En los primeros se observan unas líneas horizontales paralelas al eje Y, que mantienen una distancia igual a la frecuencia fundamental de la voz, de esta manera, los demás armónicos son múltiplos del primero; en cambio, en los segundos, se observan de modo más claro los formantes, pero no es posible visualizar los armónicos que lo componen (Núñez & Suárez, 1998: 30). La observación del espectro se denomina *análisis espectrográfico*. En él, los parámetros físicos que aparecen en el sonido describen las cualidades acústicas de este; así, la *frecuencia* se encuentra vinculada con la *altura*, la *amplitud* con la *intensidad*, la *composición espectral de la onda* con el *timbre* y el *tiempo* con la *duración* (Obediente, 2007: 56). En relación con lo anterior, P. Boersma comenta que “In the waveform one can directly see when there is silence and how long the utterances are, but one can also infer from the waveform many acoustic properties of speech, among which periodicity, intensity and spectral qualities.” (2013: 375). Cabe puntualizar que, aunque se pueda pensar que los sonidos se encuentran separados entre

sí, es decir, que existen límites entre ellos que facilitan su identificación, conforman una cadena acústica continua, puesto que el movimiento de los órganos articulatorios también lo es, de ahí la dificultad de observar el final de un sonido y el comienzo de otro (Gil, 2005: 73). Este aporte también lo explica J. Llisterri Boix (1991) en su libro, donde aclara que, si contemplamos los movimientos articulatorios del aparato fonador o las ondas sonoras de un enunciado, los sonidos forman una cadena en la que existe gradualidad entre las unidades sin la presencia de líneas divisorias en la mayoría de las ocasiones; este constituye, por tanto, un *continuum* (1991: 24).

Como hemos dicho anteriormente, la onda sonora puede estudiarse con distintas herramientas que permiten el análisis acústico y, para ello, existen numerosos software entre los cuales nombraremos y detallaremos el que vamos a utilizar: *Praat*¹. Esta herramienta es un programa de libre distribución, de código abierto, multiplataforma y gratuito desarrollado por Paul Boersma y David Weenik en la Universidad de Ámsterdam. Desde el año 1992 se actualiza de forma continua con la implantación de mejoras. *Praat* se utiliza principalmente con los sonidos del habla, pero su uso va más allá con el análisis de instrumentos y animales (Boersma, 2001: 341). Entre sus numerosas funciones, destacaremos las más relevantes:

- El *análisis acústico*: *Praat* te permite grabar un sonido o leer un archivo de sonido ya existente y te proporciona la representación del sonido en una ventana dividida en dos mitades. En la parte superior encontramos la forma de la onda (oscilograma), mientras que en la parte inferior se encuentra el espectrograma en escala de grises con las distintas propiedades del análisis, como los formantes, la intensidad, la curva de entonación, etc. (Boersma, 2001: 341).
- La *síntesis del habla*: con *Praat* puedes generar diversos tipos de sonidos usando fórmulas para producir sonidos simples o algunos más complejos a partir de otros guardados previamente (Boersma, 2001: 343). Además, la síntesis del habla tiene gran utilidad en sistemas alternativos de comunicación, puesto que permite producir mensajes orales y posibilitar así el acto comunicativo, por ejemplo, a personas con disartria (Bonafonte, 2002: 107).

¹ <http://www.praat.org>

- La edición y manipulación de señales: con una función de manipulación especializada que posee este software, se puede estilizar y modificar la duración, la intensidad, la curva de F_0 , etc. de los sonidos (Correa, 2014: 2).

También existen muchas otras funciones como la transcripción, los scripts, las figuras, estadística, experimentos o algoritmos de aprendizaje (Correa, 2014: 2). Según Cantero y Mateo, *Praat* es “un software de análisis acústico fiable y robusto, que se ha convertido en el estándar de nuestro ámbito científico” (2011: 108). Se trata de un programa que ha conseguido actualmente un uso firme dentro de la investigación lingüística, más concretamente dentro de la fonética experimental y todo esto se manifiesta en la aparición de esta herramienta, no solamente en libros específicos, sino en obras generales de fonética (Pérez, 2017: 218).

También existen software como *Batvox*, que es una herramienta de biometría de voz y que permite identificar voces de personas desconocidas frente a voces pertenecientes a hablantes conocidos, además de hacer una verificación identificativa de un locutor sin la ayuda del texto, el canal o el idioma mediante la realización de comparaciones 1:1 (AGNITIO S.L., 2015: 1). En este trabajo, sin embargo, no nos ocuparemos de este software, ya que lo que se pretende buscar es una comparación acústica de voces que *Batvox* no nos permite llevar a cabo.

Un aspecto relevante que esta investigación pretende destacar es el de la interdisciplinariedad. En este sentido, la que posee la fonética se debe a la necesidad, cada vez mayor, de intercomunicación entre especialidades que se han encontrado tradicionalmente separadas y que han dado nombre al término «ciencias del habla» (Llisterri Boix, 1991: 29-30). El análisis de la composición física de las ondas sonoras es de gran relevancia al aportar distintas posibilidades de estudio experimental, gracias a la proliferación de numerosos instrumentos de análisis acústico, debido al avance de la tecnología del tratamiento de los sonidos y su utilidad en el análisis del habla patológica de modo objetivo (Martínez Celdrán, 2002: 25). A. López García y B. Gallardo Paúls sostienen que la fonética “es una disciplina sintetizadora, pues utiliza instrumentos y métodos de disciplinas ajenas a la lingüística (como la anatomía, la fisiología, la física o

la psicología)” (2005: 161) y, refiriéndonos a la interdisciplinariedad que posee, afirman que:

[La interdisciplinariedad de la fonética] ha provocado dudas respecto a su inclusión entre las ciencias del lenguaje; así, hay quienes no la consideran una disciplina lingüística, pues entienden que se ocupa de un objeto extralingüístico -la substancia o materia fónica- que correspondería describir a otras ciencias (la física, p. ej.). Otros, sin embargo, afirman con rotundidad que la finalidad de la fonética es lingüística, pues se ocupa de los sonidos en tanto que lenguaje, y consideran la fonética como base necesaria para la fundamentación de la fonología. (2005: 161)

Lo mismo ocurre con E. Obediente, quien considera *fonética aplicada* al uso de los resultados obtenidos de la investigación fonética con propósitos prácticos, como es el caso de la mejora de déficits de pronunciación causados por alguna alteración patológica, la aplicación de la fonética en el ámbito de la tecnología de la voz o la identificación de “huellas” en la voz con intenciones forenses (2007: 6). El investigador debe acudir a ciencias que suelen estar aisladas de lo que ha sido la formación que ha recibido el lingüista, tales como: biología, psicología, neurociencias, ciencias de la computación, fisiología, etc. (Llisterri Boix, 1991: 29)

Es indudable la expansión que ha sufrido la fonética desde hace unas décadas hasta la actualidad respecto a la aplicación de esta en otros campos de actuación. Uno de los motivos más destacados es el avance tecnológico al que se ha sumado prácticamente cualquier ámbito de estudio. En lo que respecta a las tecnologías del habla, el *procesamiento de la voz* a través del ordenador es una de las prácticas más importantes actualmente, ya que puede registrarse la voz para poder visualizarla, analizarla y manipularla con los distintos software y hardware existentes (Martínez Celadrán, 1991: 85), como es el caso de *Praat*. Una vez realizado el registro y la digitalización de la voz, nos encontramos con la *síntesis de la voz*, esto es, se puede segmentar y extraer sílabas y sonidos de las frases obtenidas y, con la posterior concatenación de estos sonidos, elaborar nuevas frases; la síntesis que más les interesa a los lingüistas es la síntesis por formantes, dicho de otra manera, es la que permite crear un sonido introduciendo los parámetros acústicos necesarios para que suenen del mismo modo que los parámetros generados a través de nuestro aparato fonador sin la existencia de ningún otro sonido anteriormente (Martínez Celadrán, 1991: 91). Sin embargo, una de las tareas más llamativas y que intenta superarse cada vez más es el *reconocimiento de la voz* definido como “the process of

decoding this continuous acoustic wave into a string of linguistic units from which the intended message can be deduced” (Ainsworth, 1976: 2); el reconocimiento del habla es una de las tecnologías más exitosas, ya que permite la comunicación entre el humano y la máquina, pero se trata de una laboriosa tarea dados los aspectos que se deben tener en cuenta en él, tales como: la entonación, el nivel de la voz, las condiciones de salud, etc. (Sánchez & Melin, 2010: 86).

El campo forense también posee una estrecha relación con la fonética acústica, tanto es así que nos encontramos con el ámbito de la acústica forense. A partir de dos reuniones, una en Wiesbaden y otra en Madrid, en la que tuvieron un encuentro distintos expertos europeos, se definió esta disciplina, así como los sistemas de análisis que se encuentran integrados en ella, declarando que “se consideran métodos combinados de identificación forense de locutores, aquellos que entre sus aproximaciones de estudio incluyen, al menos, el enfoque perceptivo-auditivo, el análisis acústico (sonográfico, oscilográfico y espectrográfico) y el análisis fonético-lingüístico.” (Delgado Romero, 2001: 220). Sin duda alguna, la identificación de locutores es la práctica más vinculada y característica de esta disciplina y consiste en la examinación de las emisiones de voz dubitada (cuyo emisor no se conoce) y la posterior comparación con la voz indubitada (cuyo emisor sí se conoce) del sospechoso (Garayzábal-Heinze, 2016: 228).

Teniendo en cuenta el reducido espacio para explicar las numerosas aplicaciones de la fonética, la última que vamos a nombrar aquí es la relacionada con el ámbito clínico. Uno de los usos de la fonética que señalan F. Trujillo, A. González, P. Cobo y E. Cubillas es la ortofonía (la actual logopedia), que aplica los conocimientos fonéticos para corregir defectos que producen personas afectadas por perturbaciones del lenguaje o del habla; y también la foniatría, que, a pesar de ser una disciplina médica, trata las patologías vocales y los trastornos de la voz (2002: 33-34). Dentro de la lingüística aplicada, nos encontramos con uno de los campos que más está evolucionando en los últimos años: la lingüística clínica, una subdisciplina de la lingüística que “intenta aplicar la teoría lingüística al ámbito de las patologías del habla, lengua y comunicación tanto en niños como adultos, a la vez que aplica los conocimientos acerca del lenguaje patológico para refinar y modificar las teorías lingüísticas” (Garayzábal-Heinze: 2009: 135) y que se erige y define como una novedosa perspectiva de estudio que utiliza un enfoque integrador y multidisciplinar e intenta atender a los problemas pertenecientes a la forma y función

comunicativa del ser humano que imposibilitan o dificultan la interacción con los demás por distintas causas (Garayzábal-Heinze, 2009: 143). Las principales tareas de la lingüística clínica son (Gallardo & Valles, 2008: 40):

- La descripción los datos lingüísticos de los hablantes que presentan déficit prestando cuidado con que estos datos se obtengan en los contextos oportunos y con la metodología adecuada.
- La investigación lingüística ejerce de nexo entre el diagnóstico del neurólogo, neuropsiquiatra o neuropsicólogo y la rehabilitación por parte del logopeda.
- El conocimiento del sistema lingüístico integral posibilita al lingüista al diseño de protocolos de evaluación y rehabilitación de los que se puede servir el logopeda.
- El lingüista no diagnostica ni rehabilita, sino realiza la descripción de una conducta verbal y le plantea al logopeda métodos de evaluación o de recuperación ligados.

Tanto ha evolucionado la lingüística, y consigo la fonética, que podemos hablar de fonética clínica, considerada parte de la lingüística clínica y que se define como “the application of this approach [phonetics] to the speech sounds used by speakers with a speech problem” (Ball & Lowry, 2001: 3). Nos referimos a la fonética clínica cuando existen alteraciones fónicas, es decir, déficits, patologías o trastornos que afectan a los sonidos y cuya evaluación y descripción interesan a la fonética (Fernández, 2015: 61). La fonética clínica, además de ser una herramienta para los profesionales del ámbito clínico, es un aspecto básico para comprender el funcionamiento del habla (Ball & Lowry, 2001: 119).

El análisis de la voz desarrolla los procedimientos para la representación y la extracción de información elemental sobre ella, al mismo tiempo que posee un papel significativo a la hora de rehabilitarla con la aportación de herramientas que miden objetivamente las particularidades de esta; la caracterización detallada de la voz se emplea para el diagnóstico y seguimiento de un trastorno del habla, al igual que proporciona al afectado una visión sobre determinados aspectos de su propia voz (Bonafonte, 2002: 89-90).

3. PATOLOGÍAS LINGÜÍSTICAS EN EL PÁRKINSON

La enfermedad de Parkinson (EP) es la enfermedad neurodegenerativa más frecuente, tras el Alzheimer y afecta a una de cada cien personas con más de 60 años en los países industrializados, presentándose con más frecuencia en hombres que en mujeres (Jurado; Mataró & Pueyo, 2013: 124). Consiste en la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas situadas en la sustancia negra (Rojo, 2009: 2). La causa de la muerte de estas neuronas no se conoce aún, sin embargo, se piensa que afectan la predisposición genética y la existencia de algunos factores ambientales (Cano; Miangolarra & Vela, 2015: 12).

El párkinson posee tanto alteraciones motoras como no motoras, aunque se caracteriza principalmente por las primeras. Por un lado, uno de los síntomas motores y posiblemente el más característico es el temblor, que afecta a las extremidades y aparece en estado de reposo (Rojo, 2009: 3); otro síntoma motor es la bradicinesia, es decir, la lentitud del movimiento o la tardanza en realizarlo y que se refleja en la disminución o supresión del balanceo de los brazos al caminar, la disminución del parpadeo y la pérdida de la expresión facial o hipomimia (Cardinali, 2007: 288); la rigidez se manifiesta como un incremento de la resistencia al movimiento pasivo de una articulación y se encuentra presente durante todo el movimiento (Rojo, 2009: 4); también anomalías en la fijación de la postura, el equilibrio y el enderezamiento, principalmente en fases avanzadas de la enfermedad (Rodríguez; Díaz; Rojas; Ricardo & Aguilera, 2013: 166); y la marcha se caracteriza por la tendencia a la flexión, la disminución de la zancada y el elevamiento del pie a la hora de caminar, factores que intervienen en la lentitud del comienzo de la marcha y el congelamiento de la misma² (Chávez; Ontiveros & Carrillo, 2013: 318).

Por otro lado, a pesar de que las alteraciones no motoras no suelen ser tan nombradas como las motoras en la sintomatología del párkinson, estas primeras suelen ser significativas y muy frecuentes, como es el caso de la depresión, que, junto con la ansiedad, conforma el principal trastorno psiquiátrico de la enfermedad. Este síntoma

² También denominado *freezing*. Según Cervantes Arriaga y Rodríguez Violante, “está caracterizado por una incapacidad para producir pasos efectivos e incluye un arresto de la marcha y festinación de la misma. Los factores que lo provocan son el inicio de la marcha, la aproximación a espacios pequeños, situaciones estresantes[...]” (2011: 174).

puede anteceder al comienzo de las manifestaciones motoras y presentarse a causa del mayor deterioro cognitivo, una precocidad del inicio de la enfermedad y antecedentes familiares de depresión (Bradley; Daroff; Fenichel & Jankovic, 2009/2010: 92). Además de un considerable deterioro cognitivo, existe una progresión de la enfermedad más veloz en pacientes con párkinson que muestran mayor depresión (Bradley et al., 2009/2010: 92). Entre los numerosos síntomas no motores, se observan también alteraciones del sueño (Rojo, 2009: 5) o demencia en muchas ocasiones, principalmente en personas mayores o en las que tienen una mayor gravedad de la enfermedad y se encuentran en fases más avanzadas (Chaná, 2010: 107).

Dentro de las escalas que existen para valorar a las personas afectadas por la enfermedad de Parkinson, encontramos la escala de *Hoehn & Yahr*, que sirve para identificar y detallar el avance de los síntomas de esta enfermedad. La escala presenta cinco estadios en el que 1 se asocia a una incapacidad mínima o no funcional y 5 alude a pacientes que se encuentran en cama o en silla de ruedas, es decir, sin ninguna autonomía (Hoehn & Yahr, 1967: 433). Otra de las escalas más famosas junto a la anterior es la *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* (UPDRS), surgida en 1984 para crear un método común en la evaluación del párkinson. Se trata de una escala bastante fiable y eficaz que sirve para evaluar 42 elementos clasificados en cuatro grupos: I estado mental. Comportamiento y estado de ánimo: alteración del intelecto, trastornos del pensamiento, depresión, etc.; II actividades de la vida diaria: lenguaje, salivación, deglución, escritura, etc.; III exploración de aspectos motores: lenguaje, expresión facial, temblor de reposo, etc.; y IV complicaciones del tratamiento: discinesias, fluctuaciones clínicas, etc. (Cano; Macías; Crespo & Morales, 2004: 22).

Como ya sabemos, el párkinson no tiene cura hoy en día, pero muchos de los síntomas pueden calmarse a través de fármacos que les proporcionan una calidad de vida razonable. El precursor de la dopamina que se utiliza es la levodopa, el fármaco por excelencia que restablece el déficit dopaminérgico. La levodopa es el medicamento antiparkinsoniano que se administra por vía oral más potente y cuya mejora se hace visible en todos los síntomas motores, pero el uso de este medicamento a largo plazo

puede provocar complicaciones, fluctuaciones motoras³ y discinesias⁴ (Cánovas & Gil, 2009: 61).

La evaluación que se realiza a menudo por parte de muchos especialistas del habla y el lenguaje es de tipo perceptiva-auditiva antes de utilizar otros métodos. Esta evaluación perceptiva-auditiva consiste en describir y analizar auditivamente el timbre vocal y, aunque sea de carácter subjetivo, se pueden obtener datos que ayudarán a comprender el problema del paciente y programar un tratamiento (Coll, 2013: 136), pero el análisis acústico complementa esa evaluación, ya que aporta medidas de carácter objetivo para cuantificar la señal sonora y realizar el análisis de la función vocal (Coll, 2013: 136). Este último análisis permite comparar los resultados de ambos exámenes (perceptivo-auditivo vs. acústico) y debe efectuarse tras la evaluación perceptiva-auditiva para no contaminarse con los datos extraídos (Coll, 2013: 145). Como bien explica W. J. Hardcastle:

A more objective instrumentally-based approach to describing disordered speech overcomes many of the disadvantages of placing sole reliance on an auditory-based representation. Instrumental techniques can provide objective, quantitative data on a wide range of clinically relevant acoustic, physiological and aerodynamic features and for many speech and language therapists today these data are essential to complement the auditory-based impressions for a more precise diagnosis and assessment. (1996: 28-29)

Son varios los estudios que han propuesto el uso de parámetros acústicos de la voz como un procedimiento objetivo y no invasivo para valorar síntomas iniciales en la enfermedad de Parkinson. Estos parámetros se han usado como biomarcadores tempranos para diagnosticar la enfermedad, al igual que como medidores que presentan un seguimiento de la efectividad de respuesta a la levodopa y al tratamiento quirúrgico (Martínez-Sánchez, 2010: 545). Esta idea también la defienden otros autores que confirman la existencia de una correlación entre la enfermedad de Parkinson y algunas alteraciones lingüísticas, principalmente en el plano que estamos investigando en este trabajo, el fonético, cuyas alteraciones de carácter articulatorio pueden servir como indicadores para un diagnóstico de esta dolencia (Paredes & Espinosa, 2016: 51). La

³ Las fluctuaciones motoras son alteraciones entre el tiempo en que se observa una mejoría con la medicación y el periodo en que vuelven a aparecer los síntomas del párkinson.

⁴ Movimientos involuntarios.

conexión entre alteraciones motoras del habla y el párkinson se manifiesta en las medidas acústicas del habla (Harel; Cannizzaro & Synder, 2004: 25). El uso del análisis acústico puede ser útil, debido a su capacidad para identificar cambios precoces que precisan de correlatos clínicamente perceptibles hasta que la enfermedad se encuentra en una fase ya avanzada (Martínez-Sánchez, 2010: 545).

Según M. J. Paredes y R. Espinosa, en la enfermedad de Parkinson encontramos alteraciones lingüísticas en distintos niveles de la lengua como las fonéticas, las gramaticales (morfológico y sintáctico), las léxicas y semánticas, y las textuales y pragmáticas (Paredes & Espinosa, 2016: 34-35), pero nos centraremos en el primero, dado el espacio y el enfoque del estudio. En lo que se refiere al nivel fonético, podemos clasificar las alteraciones en: articulatorias, donde encontramos bradilalia, farfulleo, tartamudeo, disartria hipocinética, movimientos involuntarios en la boca, temblor, ronquera, calidad vocal e ininteligibilidad, etc.; prosódicas, en las que podemos observar diversidad tonal, hipofonía, taquifemia, falta de fluidez, voz monocorde, etc. (Paredes & Espinosa, 2016: 34-35); y anomalías en la resonancia, como es el caso de la hipernasalización (Sánchez, 2014: 18). Cabe mencionar que existe relación entre la mayoría de las distintas alteraciones, de esta manera, algunas anomalías prosódicas afectan a la articulación y viceversa.

3.1 Alteraciones articulatorias

Los trastornos articulatorios son todos aquellos que implican una mala pronunciación de algunos o de todos los sonidos que componen la cadena hablada (Gil, 2005: 144). En este primer tipo de anomalías fonéticas, observamos una reducción tanto de la habilidad como de la precisión, la fuerza y la ampliación de labios, mandíbula, lengua y velo del paladar, es decir, de los órganos responsables del proceso de articulación (Casado, 2016: 30).

3.1.1 *Disartria hipocinética*

Hablamos de disartria cuando, de un modo u otro, una patología afecta al mecanismo de producción de habla y tiene evidentemente una causa neurológica, bien sea periférica (por ejemplo, en un labio, lo cual afectará a sonidos que se producen con articulaciones labiales) o central (por ejemplo, por el párkinson), en cuyo caso la disartria también es

indicio de un trastorno mayor (Fernández, 2015: 57). Dicho de otro modo, la disartria es el término referido a los trastornos del habla que derivan de las alteraciones del control muscular sobre los mecanismos fonatorios por causa de daño en el sistema nervioso central o periférico y designa alteraciones de comunicación oral motivadas por incoordinación, debilidad o parálisis de los músculos que participan en la fonación (Sanabria; García & Ahumada, 2013: 285).

3.1.2 Bradilalia

La bradilalia se puede definir como el enlentecimiento de las palabras a causa de una lesión en el sistema nervioso (Piéron, 1990: 79). Según F. Martínez-Sánchez, “el habla se produce en lentos ataques y significativas pausas para respirar entre palabras y sílabas, reduciéndose la fluidez verbal y el ritmo” (2010: 542). La disminución en la velocidad articulatoria se encuentra en relación con los problemas articulatorios, en otros términos, la reducción en los movimientos de los labios y mandíbula, debido a la hipocinesia y a la rigidez, repercute en un empeoramiento a la hora de articular y, por ende, una disminución de la velocidad de la articulación (Martínez-Sánchez; Meilán; Carro; Gómez; Millian-Morell; Pujante; López-Alburquerque & López, 2015: 470).

3.2 Alteraciones prosódicas (disprosodia)

Si la prosodia hace referencia a la melodía del lenguaje, esto es, principalmente, la composición de la entonación, la pronunciación y el ritmo del habla que proporciona información lingüística y no lingüística (Sanabria; García & Ahumada, 2013: 285), la alteración de todas o alguna de estas cualidades se denomina disprosodia. Las características prosódicas se encuentran vinculadas de forma directa con el análisis del habla continuo y las perturbaciones que encontramos aquí suelen ocurrir con tareas en las que son necesarios el volumen y la variación del tono (Godino; Shattuck; Choi; Moro & Gómez, 2017: 5). Además, se asocia a las variaciones existentes en el tiempo de la frecuencia fundamental (F_0) de la vibración de las cuerdas vocales, que determinan la melodía de la voz a nivel de entonación (frases) y de acentuación (palabras) (Zañartu, 2003: 6). La frecuencia fundamental (F_0) hace referencia al “componente frecuencial más bajo de la voz, que representa el número de veces que las cuerdas vocales se abren y cierran por segundo” (Martínez-Sánchez, 2010: 543). Según J. Rusz et al., “disturbances

of respiration and phonation consequently reflect, in particular, disruptions in speech prosody” (2011: 365).

3.2.1 *Voz monocorde*

El habla de los pacientes con párkinson se distingue por tener una sonoridad e intensidad monótona, con pobreza prosódica y que suele desvanecerse al final de la fonación (Martínez-Sánchez, 2010: 542). Se ha comprobado que hablantes sin ninguna patología muestran una mayor variabilidad a la hora de realizar tareas de lectura, es decir, entonaciones ascendentes y descendentes durante el habla, por tanto, la disminución de la variación de F_0 puede reflejar déficits prosódicos (Goberman & Coelho, 2002: 242). Esta reducida variabilidad se conoce como voz monocorde. Este síntoma conlleva menores fluctuaciones en la F_0 y, por tanto, se producen problemas a la hora de producir entonación emocional e incluso para decodificarla en otras personas cuando los pacientes se encuentran en fases más avanzadas de la enfermedad (Martínez-Sánchez, 2010: 547). Según algunos estudios, existe una disminución de la variabilidad de F_0 que se puede observar alrededor de 5 años antes del diagnóstico clínico (Harel et al., 2004: 28).

3.2.2 *Falta de fluidez*

La fluidez verbal se entiende como la capacidad de producir palabras fácilmente y sin interrupciones. En algunos estudios donde se investigó la fluidez verbal en pacientes con párkinson se demostró que existen diferencias entre los pacientes y el grupo de control después de realizar test de fluidez fonémica, semántica y de acción verbal, siendo más significativas las diferencias en este último. Este déficit de la producción de verbos que presentan los pacientes con párkinson puede estar vinculado a la alteración de la capacidad para acceder a las representaciones cerebrales de las acciones y sus formas lingüísticas a causa de la disfunción frontal que poseen (Tello; Ferreira; Coelho; Rosa & Castro-Caldas, 2015: 523-524). Estos pacientes suelen producir menos palabras, es decir, disponen una fluidez menor que personas no afectadas por párkinson y, sobre todo, tienen peor fluidez fonémica⁵ que semántica (Obeso; Casabona; Bringas; Álvarez & Jahanshahi,

⁵ Otros estudios, como el de O. Bruna, J. Subirana, V. Villalta, C. Virgili & C. Junqué, afirman que en estos pacientes existen más alteraciones en la fluencia verbal semántica (2008: 21).

2012: 113; Serra-Mestres, 2007: 73), debido a que las funciones ejecutivas están implicadas más en las tareas fonémicas (Obeso et al., 2012: 116; Serra-Mestres, 2007: 73). Además, la fluidez verbal se ve empeorada por factores como la fase de la enfermedad, la presencia de depresión, aquellos que presentaban el inicio del párkinson en el hemicuerpo derecho tenían peor fluidez que los que lo presentaban en el izquierdo, la edad y el nivel educativo (Obeso et al., 2012: 115).

3.2.3 Hipofonía

La hipofonía es uno de los síntomas de la bradicinesia. La rigidez de los músculos que aparece como principal síntoma motor en la enfermedad de Parkinson altera el habla y la comunicación y se refleja en un descenso del volumen de la voz (Morales, 2014: 17). La hipofonía mejora con la estimulación a través de dopamina (Torres; León; E. Álvarez; L. Álvarez; Maragoto & Rivera, 2001: 235).

3.2.4 Taquifemia

La taquifemia es la alteración consistente en la emisión de frases que se van volviendo cada vez más aceleradas, provocando una pronunciación más imprecisa (Escandell, 2013: 5). Según R. Lucca y M. C. De Almeida Freitas, la taquifemia es una alteración de la fluencia verbal en el que se observa una velocidad rápida e irregular que altera el ritmo del habla, lo que provoca cambios y omisiones silábicas y pausas innecesarias (2013: 470). El trastorno motor característico de la enfermedad de Parkinson y su influencia en la respiración, la fonación y la articulación afectan al ritmo de los pacientes con esta patología. Como en varios estudios se ha observado una reducción en la velocidad de elocución y articulación en el párkinson, este aumento de la velocidad al hablar puede achacarse a un mecanismo involuntario para compensar en ciertas situaciones (Martínez-Sánchez et al., 2015: 470).

3.3 Alteraciones en la resonancia

Este tercer y último tipo de alteraciones fonéticas aparecen con menor regularidad, aunque se pueden observar casos de hipernasalización.

3.3.1 Hipernasalización

Uno de los trastornos de la producción que más le interesa al fonetista es el relacionado con la resonancia, que está causado por interferencias generadas en las distintas cavidades resonadoras y que provocan alteraciones en el timbre de los sonidos. Los principales trastornos de la resonancia son los asociados al aumento o la disminución de la nasalidad como cualidad particular de la voz. De esta manera, se distinguen voces hipernasales de voces hiponasales, ocasionados tanto uno como otro por el estado en que se halla la cavidad nasal (Gil, 2005: 144).

4. ANÁLISIS DE ALGUNAS MUESTRAS DE HABLA

Las muestras de habla se dividen en muestras de personas con párkinson y muestras de personas no afectadas. Las pertenecientes a personas con la patología fueron recogidas en la Asociación de Parkinson de Cádiz y todos los participantes firmaron un consentimiento para garantizar la protección de datos⁶. En total, las grabaciones corresponden a 5 hombres y 5 mujeres: 8 de ellos con párkinson y 2 de ellos sin la patología. La edad media de los participantes con párkinson es de 74 años. Las muestras se analizaron mediante la herramienta de análisis acústico *Praat* 6.0.40, teniendo en cuenta los siguientes parámetros acústicos: los formantes vocálicos, la intensidad, la duración y la curva de entonación. Respecto a los formantes vocálicos, se ha analizado las tres primeras frecuencias (F1, F2 y F3) de las vocales “a”, “e” y “o” que se encuentran después de una oclusiva sorda, excluyendo las que pertenecen a diptongos y las vocales “i” y “u” por la escasa frecuencia en estas muestras⁷. En la intensidad se ha calculado la intensidad media, la intensidad mínima y la intensidad máxima de cada muestra. En cuanto a la duración, se ha analizado la duración del VOT⁸ (*Voice Onset Time*) de las oclusivas sordas *p*, *t* y *k*, salvo alguna no pronunciada verdaderamente como tal, y la duración de las vocales seguidas de sus respectivas oclusivas. Por último, la curva de entonación se ha medido analizando la frecuencia fundamental, la frecuencia mínima, la frecuencia máxima y su desviación estándar.

⁶ Ver anexo IV

⁷ Aunque estas vocales (“i” y “u”) aparecen en los anexos.

⁸ Traducido en muchas obras como “Tiempo de Emisión de la Voz” (TEV), hace referencia a la duración del tiempo entre la emisión de una oclusiva y el inicio de la vibración de las cuerdas vocales.

PARTICIPANTE 1

Sexo: Hombre

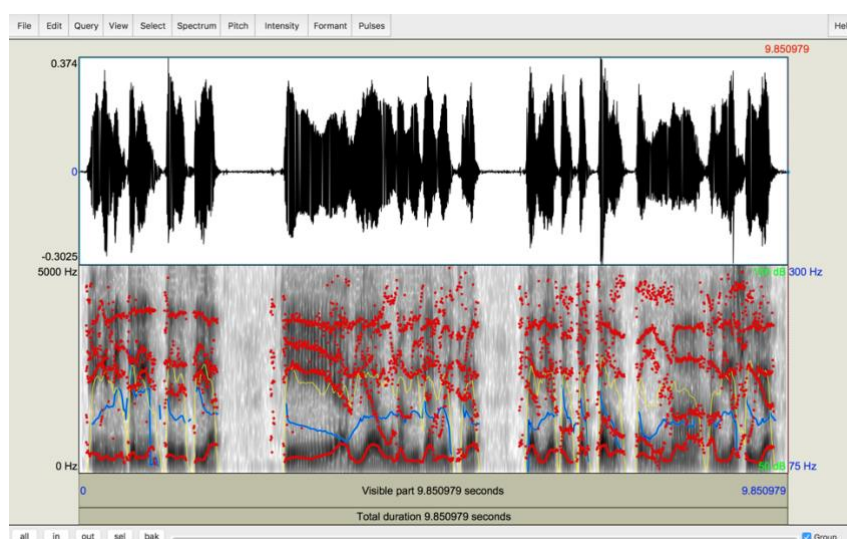
Edad: 78 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 1 año

Escala H&Y: 3



Fuente: Elaboración propia

«En el ínterin, te decía, que había una amiga nuestra que había contactado con una amiga suya»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 133,33 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 73,50 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 208,13 Hz; y la desviación estándar es de 15,19 Hz. La intensidad media es de 70,13 dB; la intensidad mínima es de 33,53 dB; y la intensidad máxima es de 78,52 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,041 s. y la de las vocales es de 0,163 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a”, 616 (F1), 1064 (F2) y 2613 (F3); para la vocal “e” son de 426 (F1), 2106 (F2) y 2707 (F3); y para la vocal “o”, 465 (F1), 914 (F2) y 2517 (F3).

PARTICIPANTE 2

Sexo: Mujer

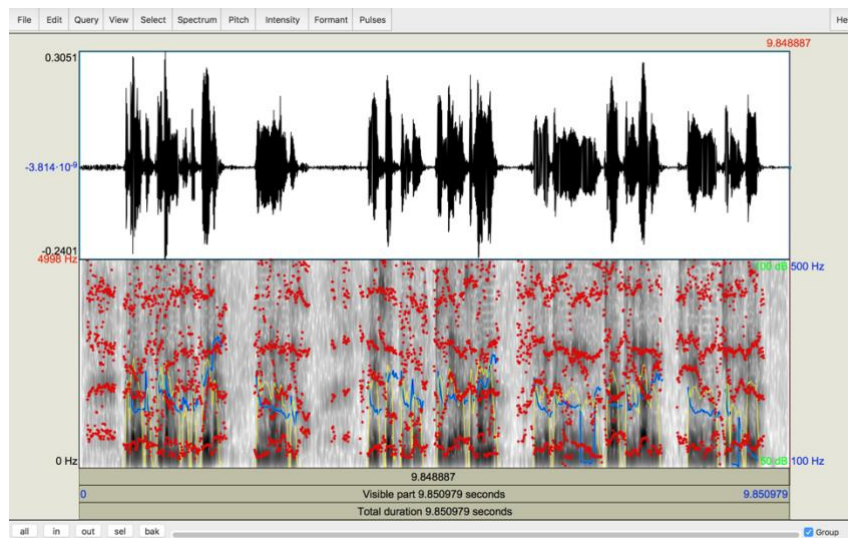
Edad: 65 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 8 años

Escala H&Y: 2,5



Fuente: Elaboración propia

«Pero a la costura mientras que pueda no la dejo y eso, vengo dos días a la semana porque yo tengo mis otras actividades que no quiero dejarlas»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 224,86 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 90,87 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 351,98 Hz; y la desviación estándar es de 44,04 Hz. La intensidad media es de 66,54 dB; la intensidad mínima es de 28,84 dB; y la intensidad máxima es de 76,26 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,031 s. y la de las vocales es de 0,054 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “e” son de 496 (F1), 1994 (F2) y 2793 (F3) y para la vocal “o”, 507 (F1), 1099 (F2) y 2969 (F3).

PARTICIPANTE 3

Sexo: Hombre

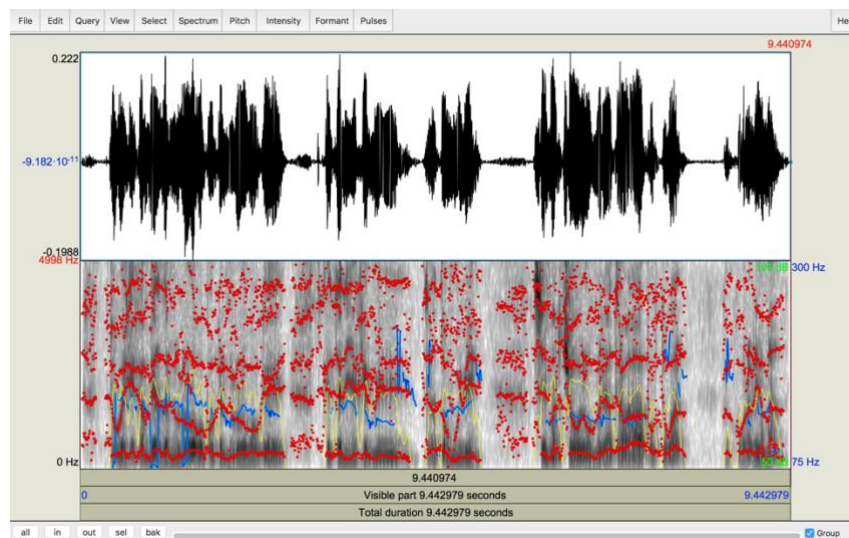
Edad: 78 años

Procedencia: San Fernando (Cádiz), 40 años viviendo en Cádiz capital

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 9 años

Escala H&Y: 3



Fuente: Elaboración propia

«Tuve que cambiar de neurólogo porque el neurólogo que... que tenía que me trató muy bien, se marchó el hombre a trabajar a Portugal, pues cobraría más»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 137,99 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 67,55 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 230,50 Hz; y la desviación estándar es de 24,43 Hz. La intensidad media es de 65,82 dB; la intensidad mínima es de 32,70 dB; y la intensidad máxima es de 74,25 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,034 s. y la de las vocales es de 0,070 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a”, 485 (F1), 1395 (F2) y 2341 (F3); para la vocal “e” son de 384 (F1), 1828 (F2) y 2386 (F3); y para la vocal “o”, 409 (F1), 961 (F2) y 2477 (F3).

PARTICIPANTE 4

Sexo: Mujer

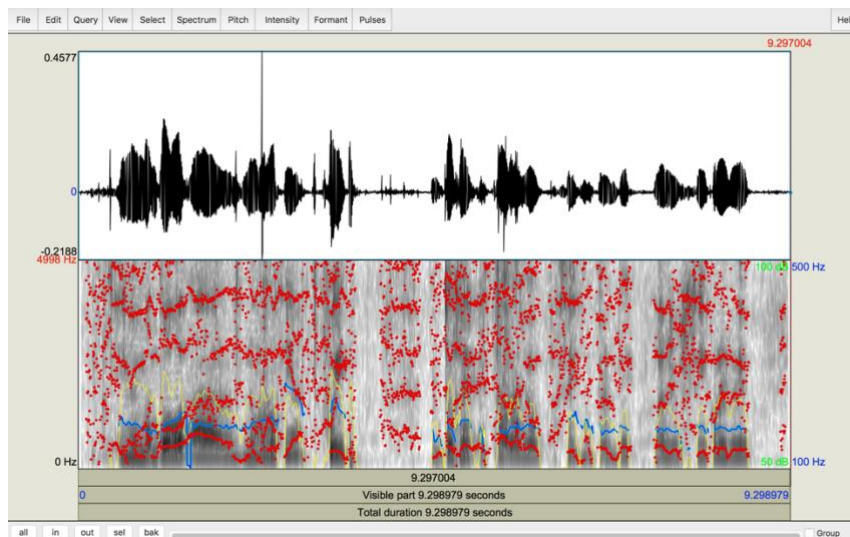
Edad: 65 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 29 años

Escala H&Y: 4



Fuente: Elaboración propia

«Y me mandó a neurología, fui, entonces estaba yo así en frente, ¿sabes? Yo hice así con el dedo»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 183,77 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 90,42 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 265,00 Hz; y la desviación estándar es de 21,05 Hz. La intensidad media es de 63,91 dB; la intensidad mínima es de 34,64 dB; y la intensidad máxima es de 73,79 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,026 s. y la de las vocales es de 0,087 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 720 (F1), 1540 (F2) y 2881 (F3); para la vocal “e”, 498 (F1), 2353 (F2) y 3280 (F3); y para la vocal “o” es de 493 (F1), 1200 (F2) y 2640 (F3).

PARTICIPANTE 5

Sexo: Hombre

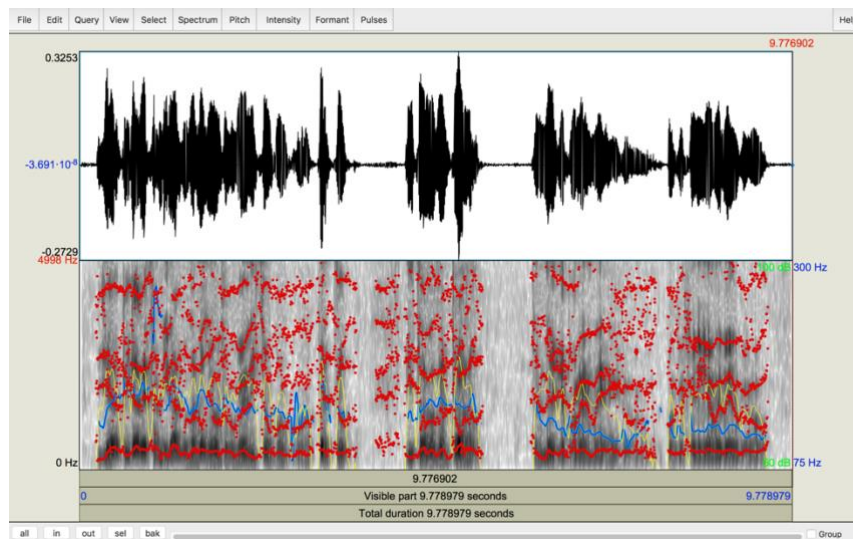
Edad: 68 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 11 años

Escala H&Y: 3



Fuente: Elaboración propia

«Ya Pilar está mirando también, yo no sé por qué he visto por respecto y tarde o temprano tendré que ponerme porque es que yo ya me veo que no...»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 134,86 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 78,82 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 273,17 Hz; y la desviación estándar es de 23,43 Hz. La intensidad media es de 67,37 dB; la intensidad mínima es de 33,05 dB; y la intensidad máxima es de 76,91 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,027 s. y la de las vocales es de 0,078 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 497 (F1), 1376 (F2) y 2378 (F3); para la vocal “e”, 434 (F1), 1640 (F2) y 2560 (F3); y para la vocal “o”, 438 (F1), 1163 (F2) y 2267 (F3).

PARTICIPANTE 6

Sexo: Mujer

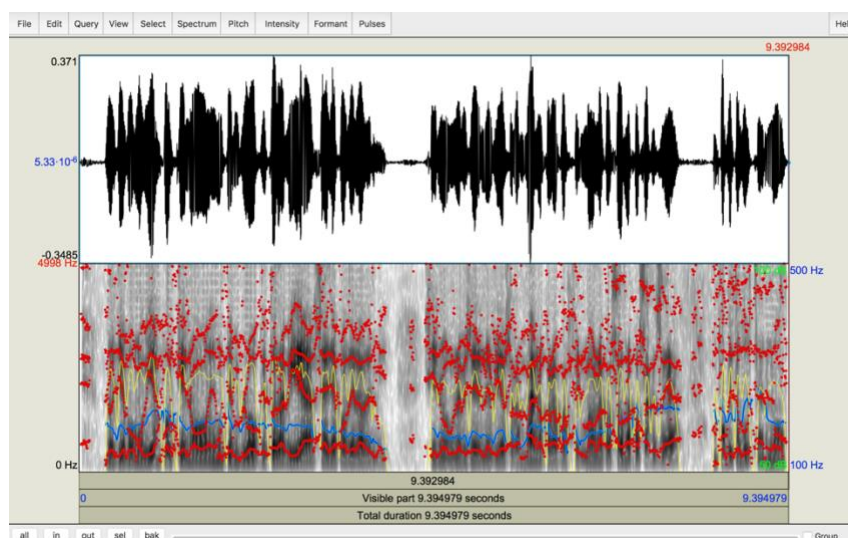
Edad: 77 años

Procedencia: Chiclana de la Frontera (Cádiz), viviendo en Cádiz capital desde que nació

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 6 años

Escala H&Y: 3



Fuente: Elaboración propia

«Lo llevo muy bien porque no es un temblor que todavía se haya apoderado de mí, sino unas veces nerviosas las manos para firmar una cosa... una cosa que sea un poquito justa no...»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 188,30 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 134,93 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 451,17 Hz; y la desviación estándar es de 23,71 Hz. La intensidad media es de 70,27 dB; la intensidad mínima es de 36,50 dB; y la intensidad máxima es de 77,86 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,025 s. y la de las vocales es de 0,063 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 705 (F1), 1480 (F2) y 2609 (F3); para la vocal “e”, 495 (F1), 1960 (F2) y 2739 (F3); y para la vocal “o”, 575 (F1), 1134 (F2) y 2708 (F3).

PARTICIPANTE 7

Sexo: Hombre

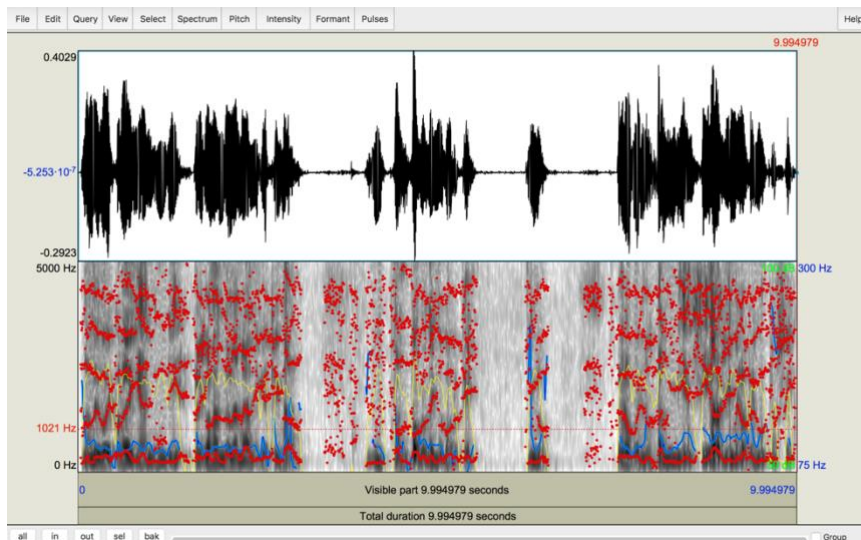
Edad: 78 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 16 años

Escala H&Y: 2,5



Fuente: Elaboración propia

**«No me voy por ahí pregonándole a nadie que estoy mal, tampoco tengo por qué,
¿no? Pero bueno, también si alguien me lo pregunta, sí»**

Este espectrograma pertenece a un hombre de 78 años nacido en Cádiz. La frecuencia fundamental media (f_0) es de 108,29 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 75,50 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 253,02 Hz; y la desviación estándar es de 23,11 Hz. La intensidad media es de 69,03 dB; la intensidad mínima es de 32,01 dB; y la intensidad máxima es de 77,19 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,033 s. y la de las vocales es de 0,065 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 504 (F1), 969 (F2) y 2637 (F3); para la vocal “e”, 359 (F1), 1758 (F2) y 2803 (F3); y para la vocal “o”, 409 (F1), 1042 (F2) y 2410 (F3).

PARTICIPANTE 8

Sexo: Mujer

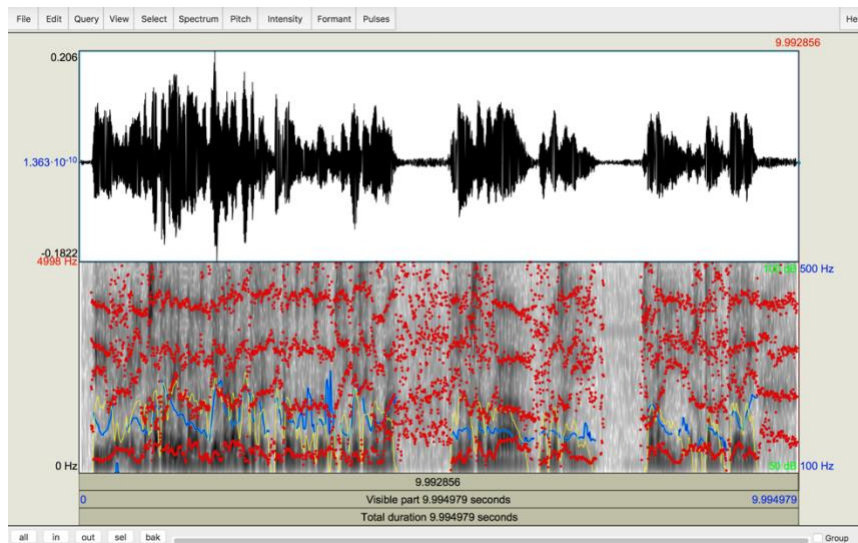
Edad: 83 años

Procedencia: Tetuán (Marruecos), viviendo casi toda su vida en Cádiz

Patología: Enfermedad de Parkinson

Años con la enfermedad: 3 años

Escala H&Y: 4



Fuente: Elaboración propia

«Y yo el año pasado todavía andaba yo bien. Ahora hace casi cinco o seis meses no más que yo no salgo ya, no puedo salir sola ni... arrastrando los pies, ayer...»

La frecuencia fundamental media (f_0) es de 196,66 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 98,23 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 302,90 Hz; y la desviación estándar es de 29,45 Hz. La intensidad media es de 63,43 dB; la intensidad mínima es de 33,23 dB; y la intensidad máxima es de 73,86 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,025 s. y la de las vocales es de 0,057 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 625 (F1), 1526 (F2) y 2765 (F3); para la vocal “e”, 306 (F1), 2008 (F2) y 2866 (F3); y para la vocal “o”, 567 (F1), 1412 (F2) y 2654 (F3).

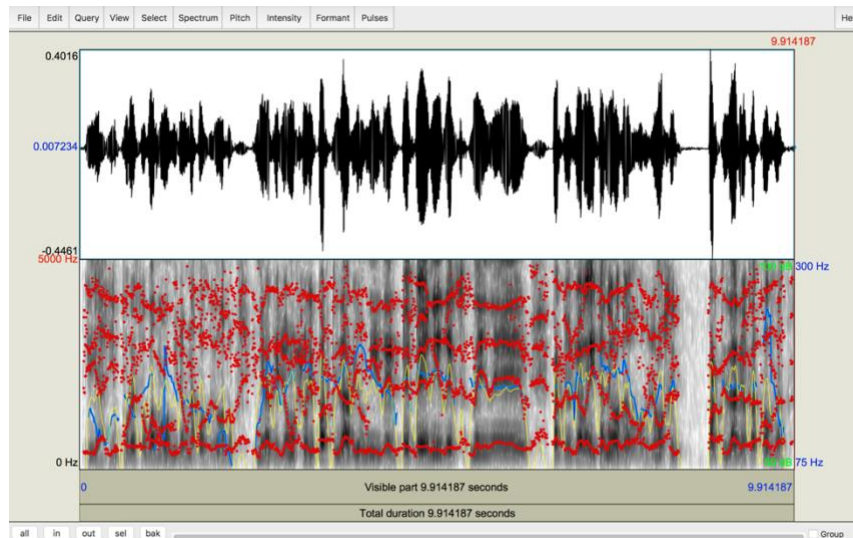
PARTICIPANTE 9

Sexo: Hombre

Edad: 70 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Sin patología



Fuente: Elaboración propia

«Y así por eso vamos a mirar una cosa y de otro, y mira que yo no soy partidario ni del PP ni del Partido Social ni del otro, porque yo no soy partidario de estas cosas»

La frecuencia fundamental media (f_{0m}) es de 160,03 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 79,20 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 265,16 Hz; y la desviación estándar es de 25,93 Hz. La intensidad media es de 68,02 dB; la intensidad mínima es de 32,32 dB; y la intensidad máxima es de 77,60 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,016 s. y la de las vocales es de 0,064 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 704 (F1), 1509 (F2) y 2604 (F3); para la vocal “e”, 526 (F1), 2056 (F2) y 2818 (F3); y para la vocal “o”, 614 (F1), 1054 (F2) y 2923 (F3).

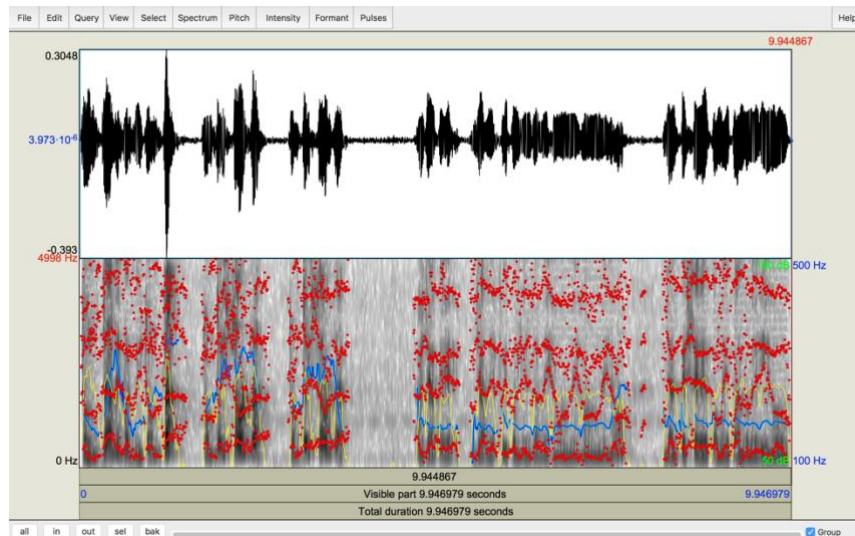
PARTICIPANTE 10

Sexo: Mujer

Edad: 70 años

Procedencia: Cádiz

Patología: Sin patología



Fuente: Elaboración propia

«Tonta, me volví tonta. Tonta y sorda, tonta y sorda. Ya me fui poniendo mejor, mejor, mejor. Ya empecé a comer cuando me dijo...»

La frecuencia fundamental media (f_{0m}) es de 211,10 Hz; la frecuencia mínima (f_{0mi}) es de 108,54 Hz; la frecuencia máxima (f_{0ma}) es de 350,91 Hz; y la desviación estándar es de 48,30 Hz. La intensidad media es de 65,99 dB; la intensidad mínima es de 41,90 dB; y la intensidad máxima es de 77,18 dB. La media del VOT de las oclusivas sordas es de 0,015 s. y la de las vocales es de 0,059 s. Los valores formánticos de las vocales obtenidas para la vocal “a” es de 702 (F1), 1744 (F2) y 2959 (F3); para la vocal “e”, 458 (F1), 2068 (F2) y 2798 (F3); y para la vocal “o”, 517 (F1), 1355 (F2) y 2739 (F3).

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Si tenemos en cuenta la frecuencia media total de la frecuencia fundamental en los hombres con párkinson (participantes 1, 3, 5 y 7), el resultado que obtenemos es de 128,61 Hz, unos 32 Hz por debajo del participante de control (160,03 Hz); la media de la frecuencia mínima es de 73,84 Hz, unos 6 Hz menos que la que posee el participante de control (79,20 Hz); la frecuencia máxima es de 241,20 Hz, unos 24 Hz menos (265,16 Hz); y la media de la desviación estándar de la f_0 es de 21,54 Hz, unos 4 Hz por debajo (25,93 Hz).

Respecto a la media total de la frecuencia fundamental en las mujeres con párkinson (participantes 2, 4, 6 y 8), el dato obtenido es de 198,39 Hz, unos 13 Hz menos que la participante de control (211,10 Hz); la media de la frecuencia mínima es de 103,61, unos 5 Hz por debajo (108,54 Hz); la media de la frecuencia máxima es de 342,76, unos 8 Hz menos (350,91 Hz); y la media de la desviación estándar es de 29,56 Hz, es decir, 19 Hz menos (48,30 Hz).

En cuanto a la intensidad, la media de intensidad en los hombres con párkinson es de 68,08 dB; prácticamente la misma medida para el participante de control; la media de la intensidad mínima es de 32,82 dB, equivalente al participante de control; y la media de la intensidad máxima es de 76,71 dB, simplemente 1 dB por debajo. La media de la intensidad de las mujeres con párkinson es de 66,03 dB, 1 dB por encima de la participante de control; la media de la intensidad mínima es de 33,05 dB, unos 8 dB por debajo; y la media de la intensidad máxima es de 75,44 dB, unos 2 dB menos respecto a la participante de control.

En lo que respecta a la duración, podemos decir que la media del VOT de las oclusivas sordas en los hombres con párkinson es de 0,033 s., mientras que la media del participante de control es de 0,016 s.; en las mujeres también con párkinson ocurre lo mismo, la media del VOT es de 0,026 s., sin embargo, la media de la participante de control es de 0,015 s. La media de la duración de las vocales seguidas de oclusivas sordas en el grupo de hombres con párkinson es de 0,094 s., mayor duración si tenemos en cuenta que la duración media de estas vocales en el participante de control es de 0,064 s. En el grupo de mujeres con párkinson, la duración media de las vocales detrás de oclusivas

sordas es de 0,065 s., ligeramente superior al de la participante de control que posee una media de 0,059 s.

Referente a los valores formánticos de las vocales seguidas de las oclusivas sordas, las vocales más comunes en las muestras han sido la “a”, la “e” y la “o”, por lo que descartaremos la comparación de las vocales “u” e “i” por falta de datos suficientes. Las medias del F1, F2 y F3 en la vocal “a” ha sido de 525 (F1), 1201 (F2) y 2492 (F3), valores menores que los de la vocal “a” del participante de control, donde se ha obtenido 704 (F1), 1509 (F2) y 2604 (F3). Para la vocal “e”, los valores se sitúan en 400 (F1), 1833 (F2) y 2614 (F3), en comparación con los valores de 526 (F1), 2056 (F2) y 2818 (F3) que tiene el de control. En la vocal “o”, los valores son 430 (F1), 1020 (F2) y 2422 F (3) para los hombres con la patología y 614 (F1), 1054 (F2) y 2923 (F3) para el hombre de control.

En las mujeres, la vocal “a”, salvo la participante 2 de la que no se ha conseguido una “a” después de una oclusiva sorda, posee unos formantes de 683 (F1), 1515 (F2) y 2751 (F3), en cambio, los valores de la mujer de control son de 702 (F1), 1744 (F2) y 2959 (F3). Para la vocal “e”, los valores son 448 (F1), 2078 (F2) y 2919 (F3), en comparación con los valores de control que son 458 (F1), 2068 (F2) y 2798 (F3). Por último, para la vocal “o”, los valores formánticos del grupo con párkinson son 535 (F1), 1211 (F2) y 2742 (F3), mientras que los valores para la “o” de la participante de control es de 517 (F1), 1355 (F2) y 2739 (F3).

El participante hombre sin patología muestra una frecuencia fundamental media de 160,03 Hz, una frecuencia mínima de 79,20 Hz, una frecuencia máxima de 265,16 Hz y una desviación estándar de 25,93 Hz. Referente a su intensidad, la media es de 68,02 dB, la intensidad mínima es de 32,32 dB y la intensidad máxima alcanza los 77,60 dB. La duración del VOT, en este caso, es de 0,016 s., y la de las vocales es de 0,068 s. La media de los valores en los formantes de la vocal “a” son de 704 (F1), 1509 (F2) y 2604 (F3), de la vocal “e” se extrae una media de 526 (F1), 2056 (F2) y 2818 (F3) y para la vocal “o” se observa una media de 614 (F1), 1054 (F2) y 2923 (F3).

La participante mujer sin patología presenta una frecuencia fundamental media de 211,10 Hz, una frecuencia mínima de 108,54 Hz, una frecuencia máxima de 350,91 Hz y una desviación estándar de 48,30 Hz. En cuanto a su intensidad, la media es de 65,99 dB,

la intensidad mínima es de 41,90 dB y la intensidad máxima llega a los 77,18 dB. La duración del VOT es de 0,015 s., y la de las vocales es de 0,059 s. Los valores formánticos medios de la vocal “a” es de 702 (F1), 1744 (F2) y 2959 (F3), la vocal “e” obtiene 458 (F1), 2068 (F2) y 2798 (F3) y, por último, en la vocal “o” aparece una media de 517 (F1), 1355 (F2) y 2739 (F3).

6. CONCLUSIONES

Tras la obtención de los resultados al analizar las muestras del habla de los participantes con párkinson y los participantes que no se encuentran afectados por párkinson, se ha podido observar diferencias en distintos parámetros acústicos. El primero de ellos es que los participantes, tanto hombres como mujeres, que sufren párkinson tienen de promedio una frecuencia media, mínima y máxima menor en comparación con las personas que no tienen párkinson y la desviación estándar de la frecuencia fundamental también se ve reducida en las muestras con la patología frente a las que no la tienen, por lo que esto explicaría la disminución de la entonación y las alteraciones en los aspectos prosódicos. Los datos conseguidos teniendo en cuenta la intensidad no han reflejado diferencias en el grupo de hombres, pero en las mujeres, existe disimilitud en la intensidad mínima y máxima, siendo esta última una diferencia más leve entre la media de las personas con párkinson y la de la participante de control. Otro parámetro acústico donde más se han observado diferencias en estas muestras es el VOT, donde la duración casi se duplica en los participantes con párkinson respecto a los que no tienen esta patología. También se puede ver que la duración de las vocales es mayor en las personas con párkinson, una diferencia que se hace más destacada en hombres que en mujeres. Este retraso en el VOT y en la duración vocálica puede deberse a la lentitud motora (bradicinesia) típica existente en el párkinson. Por último, en los valores formánticos de las vocales “a”, “e” y “o”, se aprecia un decrecimiento de estos en todos los formantes de las tres vocales en los hombres y casi en todos los formantes de las tres vocales en las mujeres. Como los formantes están relacionados con la abertura de la boca, la posición de la lengua y del velo del paladar o la redondez de los labios, las diferencias en los valores de estos formantes es posible que se encuentren también en relación con la rigidez y la lentitud para realizar movimientos en los órganos del tracto vocal.

Después de haber analizado las muestras de habla y haber obtenido los datos que estas han arrojado, se puede decir que los objetivos y las hipótesis que se ha intentado perseguir en este trabajo han sido constatados. El objetivo de presentar las principales patologías lingüísticas en el nivel fonético que suelen darse en la enfermedad de Parkinson puede darse por cumplido. Aunque existen distintas alteraciones más, aquí se han plasmado las más características respecto a la articulación, la prosodia y la resonancia. El segundo objetivo en cuanto a intentar observar si existen diferencias en los parámetros acústicos de los espectrogramas entre muestras de habla de personas con y sin párkinson a través de la herramienta *Praat* también podemos considerarlo como logrado, dado que con este software se han observado cambios en tales parámetros según si el participante padecía o no la patología. Al cumplirse el segundo objetivo, es posible afirmar que la herramienta de análisis acústico *Praat* puede utilizarse como apoyo en el diagnóstico clínico, logrando así el tercer objetivo. Finalmente, también se ha conseguido cumplir el cuarto y último objetivo, ya que este tipo de trabajos fomentan la conexión entre disciplinas y favorecen la interdisciplinariedad, un aspecto fundamental hoy día para el avance y el progreso científico.

La hipótesis de que existen diferencias en los espectrogramas de personas con párkinson ha sido confirmada al observarlas en los distintos parámetros acústicos analizados con la herramienta *Praat* y esto hace que se confirme la segunda hipótesis, ya que podemos afirmar que el análisis espectrográfico de la voz puede servir como diagnóstico, junto con otros métodos clínicos, para detectar la enfermedad de Parkinson. También se dan por válidas la tercera y cuarta hipótesis que intentan corroborar la existencia de deterioro lingüístico en las voces de personas con párkinson y una correlación entre los marcadores lingüísticos de los espectrogramas con la patología respectivamente, sin embargo, es posible que esta variación en los parámetros estudiados pueda darse en otras patologías. Como ya se indicaba en la introducción, es necesaria la realización de futuras investigaciones en las que se utilice una mayor cantidad de participantes para que los resultados obtenidos puedan tener mayor solidez y fiabilidad.

El análisis acústico de la voz es un método de investigación muy interesante y puede aportar datos que son dificultosos a la hora de intentar observarlos de otra manera. Por eso la lingüística, y más concretamente, la fonética puede servir de ayuda en otros campos científicos con técnicas como esta, tanto para el avance y el desarrollo de las disciplinas

clínicas como para las disciplinas lingüísticas, dado que se puede obtener información que facilite la modificación o la aparición de nuevas teorías lingüísticas; se trata pues de un beneficio recíproco.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGNITIO S.L. (2015). *BATVOX* (Product Data Sheet).
- Aguilera Pacheco, O. R., Escobedo Beceiro, D. I., Sanabria Macías, F. & Núñez Lahera, I. (2015). *Alteración de parámetros acústicos de la voz y el habla en la enfermedad de Parkinson*. Simposio Internacional de Comunicación Social. Comunicación Social: Retos y Perspectivas (vol. II). Santiago de Cuba: Ediciones Centro de Lingüística Aplicada.
- Ainsworth, W. A. (1976). *Mechanisms of speech recognition*. International Series in Natural Philosophy (vol. 85). Oxford (England): Pergamon Press.
- Ball, M. J. & Lowry, O. M. (2001). *Methods in Clinical Phonetics*. Methods in Speech and Language Pathology Series. London: Whurr Publishers.
- Boersma, P. & Van Heuven, V. (2001). Speak and unSpeak with Praat. *Glot International*, 5(9/10), 341-347. Recuperado de: http://www.fon.hum.uva.nl/paul/papers/speakUnspeakPraat_glot2001.pdf
- Boersma, P. (2013). Acoustic Analysis. In Podesva, R. & Sharma, D. (Eds.). *Research methods in linguistics*. Cambridge (Reino Unido): Cambridge University Press.
- Boersma, P. & Weenink, D. (2018). *Praat: doing phonetics by computer* [Computer program]. Version 6.0.39, retrieved 3 April 2018 from <http://www.praat.org/>
- Bonafonte, A. (2002). Tecnologías del habla aplicadas a la rehabilitación del habla y la voz. En Alcantud Marín, F. & Soto Pérez, F. J. (Coords.), *Tecnologías de ayuda en personas con trastornos de comunicación* (pp. 89-108). Serie: Intervención y sistemas aumentativos de comunicación. Valencia: Nau Llibres.
- Borzzone de Manrique, A. M. (1980). *Manual de Fonética Acústica*. Argentina: Hachette.
- Bradley, W. G., Daroff, R. B., Fenichel, G. M. & Jankovic, J. (2010). *Neurología clínica* (5ª ed., vol. 1) (Campdelacreu, J., coord.) (Obra original publicada en 2009). Barcelona: Elsevier España.
- Cano de la Cuerda, R., Macías Jiménez, A. I., Crespo Sánchez, V. & Morales Cabezas, M. (2004). Escalas de valoración y tratamiento fisioterápico en la enfermedad de Parkinson. *Fisioterapia*, 26(4), 201-210. Recuperado de http://sid.usal.es/idos/F8/ART6781/escalas_valoracion_tratamiento_fisioterapico.pdf

- Cano de la Cuerda, R., Miangolarra, Page, J. C. & Vela Desojo, L. (2015). *La Enfermedad de Parkinson. Calidad de vida relacionada con la salud y riesgo de caídas*. Madrid: Dykinson.
- Cánovas, D. & Gil, A. (2009). Fármacos antiparkinsonianos. En Rey Pérez, A. *Enfermedad de Parkinson y otros Parkinsonismos: neurología caso a caso* (pp. 61-67). Madrid: Médica Panamericana.
- Cantero Serena, F. J. & Mateo Ruiz, M. (2011). Análisis melódico del habla: complejidad y entonación en el discurso. *Oralia*, 14, 105-127. Recuperado de https://www.academia.edu/17579415/Francisco_José_Cantero_Serena_and_Miguel_Mateo_Ruiz_2011_Análisis_Melódico_del_Habla_complejidad_y_entonación_en_el_discurso_
- Cardinali, D. P. (2007). *Neurociencia aplicada: sus fundamentos*. Buenos Aires (Argentina): Médica Panamericana.
- Casado Velasco, S. (2016). *Enfermedad de Parkinson y disartria hipocinética* (Tesis de pregrado). Universidad Pontificia de Salamanca, Salamanca.
- Cervantes Arriaga, A. & Rodríguez Violante, M. (2011). Validación de la versión en español del cuestionario de congelamiento de la marcha (FOG-Q) en enfermedad de Parkinson. *Archivos de Neurociencias*, 16(4), 173-178. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2011/ane114b.pdf>
- Chaná, P. (Ed.) (2010). *Enfermedad de Parkinson*. Santiago de Chile: Ediciones Eva Ramírez Zlatar EIRL.
- Chávez León, E., Ontiveros Uribe, M. P. & Carrillo Ruiz, J. D. (2013). La enfermedad de Parkinson: neurología para psiquiatras. *Salud Mental*, 36(4), 315-324. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/582/58228969006.pdf>
- Coll, R. (2013). Valoración logopédica del paciente disfónico. En Cobeta, I., Núñez, F. & Fernández, S. (Coords.). *Patología de la Voz* (pp. 135-145). Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Barcelona: Marge Médica Books.
- Correa Duarte, J. A. (2014). *Manual de análisis acústico del habla con Praat*. Bogotá: Instituto Caro y Cuervo.
- Delgado Hernández, J. e Izquierdo Arteaga, L. (2016). Relación entre las pendientes del Segundo formante y las alteraciones motoras del habla en la disartria. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 36(2), 71-76. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rlfa.2015.07.001>

- Delgado Romero, C. (2001). *La identificación de locutores en el ámbito forense* (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Escandell, M. (2013). Enfermedad de Parkinson. Características vocales. *Logopedia.mail*, 64, 1-9. Recuperado de https://logopediamail.com/articulos/64_Escandell_Enfermedad_de_Parkinson_Caracteristicas_Vocales.pdf
- Fernández Planas, A. M. (2015). ¿Qué tiene que ver la fonética con la práctica clínica y logopédica?: algunos ejemplos de colaboración interdisciplinar. *Normas*, 5, 51-65. DOI: <https://doi.org/10.7203/Normas.5.6821>
- Gallardo Paúls, B. & Valles González, B. (2008). Lingüística en contextos clínicos: la lingüística clínica. *Lengua y Habla*, 12 (1), 32-50. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4002677>
- Garayzábal-Heinze, E. (2009). La lingüística clínica: teoría y práctica. *Estudios de lingüística E.L.U.A.*, 3, 131-168. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3228772>
- Garayzábal-Heinze, E. (2016). Lingüística forense. En Gutiérrez-Rexach, J. (Ed.). *Enciclopedia de lingüística hispánica* (Vol. 1) (pp. 225-233). Oxford (Reino Unido): Routledge.
- Gil Fernández, J. (2005). *Los Sonidos del Lenguaje*. Madrid: Síntesis.
- Goberman, A. M. & Coelho, C. (2002). Acoustic analysis of Parkinsonian speech I: Speech characteristics and L-Dopa therapy. *Neurorehabilitation*, 17(3), 237-246. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/11152302_Acoustic_analysis_of_Parkinsonian_speech_I_Speech_characteristics_and_L-Dopa_therapy
- Godino Llorente, J. I. & Gómez Vilda, P. (2013). Notas sobre acústica vocal. En Cobeta, I., Núñez, F. & Fernández, S. (Coords.). *Patología de la Voz* (pp. 76-109). Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Barcelona: Marge Médica Books.
- Godino Llorente, J. L., Shattuck Hufnagel, S., Choi, J. Y., Moro Velázquez, L. & Gómez García, J. A. (2017). Towards the identification of Idiopathic Parkinson's Disease from the speech. New articulatory kinetic biomarkers. *PLOS ONE*, 12(12), 1-35. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189583>
- Hardcastle, W. J. (1996). Current developments in instrumentation for studying supraglottal structures. En Ball, M. J. & Duckworth, M. (Eds.). *Advances in*

- Clinical Phonetics* (vol. 6) (pp. 27-50). Studies in speech pathology and clinical linguistics. Amsterdam/Philadelphia: John Benjamins Publishing Company.
- Harel, B., Cannizzaro, M. & Snyder, P. J. (2004). Variability in fundamental frequency during speech in prodromal and incipient Parkinson's disease: A longitudinal case study. *Brain and Cognition*, 56, 24-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bandc.2004.05.002>
- Hoehn, M. M. & Yahr, M. D. (1967). Parkinsonism: onset, progression, and mortality. *Neurology*, 17(5), 427-442. DOI: <https://doi.org/10.1212/WNL.17.5.427>
- Hualde, J. I., Olarrea, A. & Escobar, A. M. (2001). *Introducción a la Lingüística Hispánica*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jurado Luque, M.^a A., Mataró Serrat, M. & Pueyo Benito, R. (2013). *Neuropsicología de las enfermedades neurodegenerativas* (pp. 1-21). Madrid: Síntesis
- Llisterri Boix, J. (1991). *Introducción a la fonética: el método experimental*. Barcelona: Anthropos.
- López García, A. y Gallardo Paúls, B. (Eds.) (2005). *Conocimiento y lenguaje*. Valencia: Publicaciones de la Universidad de Valencia.
- Lucca de Souza, R. & de Almeida Freitas Cardoso, M. C. (2013). Fluência e Prosódia: Aspectos Diferenciais Frente aos Distúrbios. *Rev. Neurocienc.*, 21(3), 468-473. DOI: <https://doi.org/10.4181/RNC.2013.21.766.6p>
- Martínez Celadrán, E. (1991). *Fonética Experimental: Teoría y Práctica*. Madrid: Síntesis.
- Martínez Celadrán, E. (2002). *Lingüística: teoría y aplicaciones*. Barcelona: Masson.
- Martínez Celadrán, E. (2007). *Análisis espectrográfico de los sonidos del habla* (2^a ed.). Barcelona: Ariel.
- Martínez-Sánchez, F. (2010). Trastornos del habla y la voz en la enfermedad de Parkinson. *Revista de Neurología*, 51(9), 542-550. Recuperado de: [https://webs.um.es/franms/Publicaciones_files/Parkinson%20\(2010\).pdf](https://webs.um.es/franms/Publicaciones_files/Parkinson%20(2010).pdf)
- Martínez-Sánchez, F., Meilán, J. J., Carro, J., Gómez Íziguez, C., Millian-Morell, L., Pujante Valverde, I. M., López-Alburquerque, T. & López, D. (2015). Estudio controlado del ritmo del habla en la enfermedad de Parkinson. *Neurología*, 31(7), 466-472. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nrl.2014.12.002>
- Morales Moreno, E. R. (2014). *Apoyo a la comunicación*. Madrid: Ediciones Parainfo.
- Núñez Batalla, F. & Suárez Nieto, C. (1998). *Manual de evaluación y diagnóstico de la voz*. Oviedo: Servicio de Publicaciones (Universidad de Oviedo)

- Obediente, E. (2007). *Fonética y fonología*. Mérida (Venezuela): Universidad de Los Andes.
- Obeso, I., Casabona, E., Bringas, M. L., Álvarez, L. & Jahanshahi, M. (2012). Semantic and phonemic verbal fluency in Parkinson's disease: Influence of clinical and demographic variables. *Behavioural Neurology*, 25, 111-118. DOI: <http://dx.doi.org/10.3233/BEN-2011-0354>
- Paredes Duarte, M. J. & Espinosa Rosso, R. (2016). *Lenguaje y párkinson: aproximación clínica*. Diéguez-Vide, F. (Ed.) *Temas de Lingüística clínica* (pp. 29-52). Barcelona: Horsori.
- Pérez Gil, O. (2017). *Las causales en la oralidad: los enunciados con «porque»*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Piéron, H. (1990). *Vocabulario Akal de Psicología* (8ª ed.) (Arbesú Castañón, A. & Fabregoul, B. J., trads.). Madrid: Akal. (Obra original publicada en 1951).
- Quilis, A. (2010). *Principios de fonología y fonética españolas* (10ª ed.). Madrid: Arco Libros.
- Rodríguez Pupo, J. M., Díaz Rojas, Y. V., Rojas Rodríguez, Y., Ricardo Rodríguez, Y. & Aguilera Rodríguez, R. (2013). *Actualización en enfermedad de Parkinson idiopática*, 17(2), 163-177. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/ccm/v17n2/ccm07213.pdf>
- Rojo, A. (2009). Diagnóstico de la enfermedad de Parkinson. En Rey Pérez, A. *Enfermedad de Parkinson y otros Parkinsonismos: neurología caso a caso* (pp. 1-18). Madrid: Médica Panamericana.
- Rusz, J., Cmejla, R., Ruzickova, H. & Ruzicka, E. (2011). Quantitative acoustic measurements for characterization of speech and voice disorders in early untreated Parkinson's disease. *Acoustical Society of America*, 129(1), 350-367. DOI: <https://doi.org/10.1121/1.3514381>
- Sanabria, J., García Ruiz, P. & Ahumada, F. (2013). Disfonías de origen neurológico. En Cobeta, I., Núñez, F. & Fernández, S. (Coords.). *Patología de la Voz*. Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial. Barcelona: Marge Médica Books.
- Sánchez Batista, I. (2014) *Trastornos motores y trastornos del lenguaje: una perspectiva desde la lingüística clínica*. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/17587>

- Sánchez, D. & Melin, P. (2010). Modular Neural Network with Fuzzy Integration and Its Optimization Using Genetic Algorithms for Human Recognition Based on Iris, Ear and Voice Biometrics. In Melin, P., Kacprzyk, J. & Pedrycz, W. (Eds.). *Soft Computing for Recognition Based on Biometrics*. Studies in Computational Intelligence (vol. 312). Berlin: Springer.
- Serra-Mestres, J. (2007). *Valoración neuropsiquiátrica en las demencias y otros trastornos cognitivos*. Barcelona: Glosa.
- Tello Rodrigues, I., Ferreira, J. J., Coelho, M., Rosa, M. M. & Castro-Caldas, A. (2015). Action verbal fluency in Parkinson's patients. *Arq Neuropsiquiatr*, 73(6), 520-525. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0004-282X20150056>
- Torres Carro, O., León, M., Álvarez, E., Álvarez, L., Maragoto, C. & Rivera, O. (2001). Particularidades articulares de la disartria Parkinsoniana. *Revista Mexicana de Neurociencia*, 2(4), 235-239. Recuperado de <http://revmexneuroci.com/wp-content/uploads/2014/07/Nm0014-061.pdf>
- Trujillo Sáez, F., González Vázquez, A., Cobo Martínez, P. & Cubillas Casas, E. (2002). *Nociones de fonética y fonología para la práctica educativa*. Granada: Grupo Editorial universitario.
- Zañartu Salas, M. (2003). Aplicaciones del análisis acústico en los estudios de la voz humana. *Seminario Internacional de Acústica*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/237716015_Aplicaciones_del_analisis_acustico_en_los_estudios_de_la_voz_humana

8. ANEXOS

Anexo I

PARTICIPANTE 1

VOCALES	E	E	E	O	A	A	O
F3	2578	2573	2971	2450	2617	2610	2584
F2	1987	1925	2407	1010	947	1182	818
F1	468	421	389	478	596	636	453
DURACIÓN	0,075	0,103	0,647	0,069	0,053	0,105	0,093

OCCLUSIVAS SORDAS	T	T	K	K	K	T	T	K
DURACIÓN	0,028	0,036	0,090	0,049	0,033	0,032	0,026	0,038

PARTICIPANTE 2

VOCALES	E	O	U	E	O	E	E	I	E
F3	2400	2968	2944	2588	2970	3052	2892	2900	3037
F2	1911	1152	1027	1738	1047	2085	1904	2185	2333
F1	547	505	387	488	510	449	504	370	496
DURACIÓN	0,028	0,041	0,057	0,041	0,060	0,055	0,031	0,024	0,151

OCCLUSIVAS SORDAS	P	K	T	K	P	T	K	T	T	K	K
DURACIÓN	0,028	0,021	0,030	0,030	0,030	0,029	0,039	0,020	0,025	0,034	0,057

PARTICIPANTE 3

VOCALES	U	E	A	O	E	E	E	E	E	O	O	U	O
F3	2296	2381	2341	2472	2381	2276	2503	2526	2254	2537	2397	2549	2503
F2	1084	2032	1395	1012	1529	1895	1869	1788	1855	1030	976	1041	827
F1	349	407	485	397	379	379	379	397	366	404	423	382	413
DURACIÓN	0,079	0,047	0,046	0,068	0,036	0,246	0,063	0,055	0,060	0,070	0,057	0,058	0,027

OCCLUSIVAS SORDAS	T	K	K	P	K	K	K	T	K	T	P	T	K
DURACIÓN	0,023	0,029	0,038	0,023	0,026	0,029	0,046	0,028	0,056	0,020	0,024	0,033	0,068

PARTICIPANTE 4

VOCALES	O	A	E	O
F3	2738	2881	3280	2542
F2	1148	1540	2353	1253
F1	494	720	498	492
DURACIÓN	0,080	0,139	0,083	0,049

OCCLUSIVAS SORDAS	T	T	T	K
DURACIÓN	0,025	0,020	0,024	0,037

PARTICIPANTE 5

VOCALES	I	A	O	E	O	A	E	O	O	E
F3	2305	2430	2321	2351	2429	2326	2543	2302	2097	2786
F2	1945	1596	1151	1413	1220	1156	1648	1186	1095	1861
F1	353	502	421	476	391	492	376	524	418	450
DURACIÓN	0,085	0,084	0,106	0,043	0,097	0,082	0,075	0,078	0,051	0,086

OCCLUSIVAS SORDAS	P	T	T	P	T	T	T	P	P	K
DURACIÓN	0,014	0,021	0,032	0,023	0,052	0,037	0,028	0,027	0,017	0,025

PARTICIPANTE 6

VOCALES	O	E	E	E	O	O	A	O	O	O	O	A
F3	2744	2760	2799	2660	2662	2628	2367	2502	2641	2891	2891	2851
F2	1042	2202	1859	1819	1441	1124	1164	1114	1104	869	1244	1796
F1	567	508	503	476	572	610	700	600	652	514	511	711
DURACIÓN	0,068	0,083	0,055	0,064	0,067	0,071	0,070	0,061	0,040	0,037	0,068	0,077

OCCLUSIVAS SORDAS	P	K	T	K	T	P	P	K	K	P	T	T
DURACIÓN	0,027	0,020	0,012	0,019	0,025	0,019	0,031	0,019	0,021	0,040	0,021	0,052

PARTICIPANTE 7

VOCALES	O	A	O	O	E	O	E
F3	2316	2637	2590	2379	3026	2357	2581
F2	1116	969	906	1136	1617	1012	1900
F1	417	504	471	346	353	405	366
DURACIÓN	0,038	0,069	0,068	0,071	0,065	0,090	0,059

OCCLUSIVAS SORDAS	P	T	T	P	K	T	P	K
DURACIÓN	0,032	0,040	0,061	0,023	0,024	0,022	0,028	0,037

PARTICIPANTE 8

VOCALES	A	O	A	O	E	A
F3	2678	2780	2781	2528	2866	2836
F2	1321	1399	1642	1426	2008	1617
F1	645	583	594	552	306	636
DURACIÓN	0,040	0,062	0,045	0,067	0,063	0,065

OCCLUSIVAS SORDAS	P	T	K	K	K	P	T	P
DURACIÓN	0,015	0,027	0,023	0,028	0,037	0,018	0,022	0,036

PARTICIPANTE 9

VOCALES	O	O	E	A	I	E	E	A	A	A	I	O
F3	2603	3084	2806	2679	2692	2783	2867	2393	2985	2359	2545	3082
F2	998	1075	2129	1382	2064	2008	2031	1511	1772	1373	1853	1091
F1	597	605	477	700	366	556	546	734	648	737	397	641
DURACIÓN	0,060	0,060	0,051	0,064	0,042	0,078	0,156	0,043	0,056	0,050	0,049	0,070

OCCLUSIVAS
SORDAS

P	K	K	P	T	P	P	P	T	T	P	T	K
0,014	0,018	0,022	0,009	0,020	0,008	0,008	0,008	0,022	0,020	0,012	0,020	0,029

PARTICIPANTE 10

VOCALES	O	A	O	A	O	O	O	E	O
F3	2962	3103	2916	2816	2822	2346	2850	2798	2541
F2	1394	1781	1354	1708	1239	1378	1533	2068	1234
F1	502	713	487	692	560	531	464	458	560
DURACIÓN	0,038	0,097	0,082	0,071	0,057	0,045	0,059	0,054	0,036

OCCLUSIVAS
SORDAS

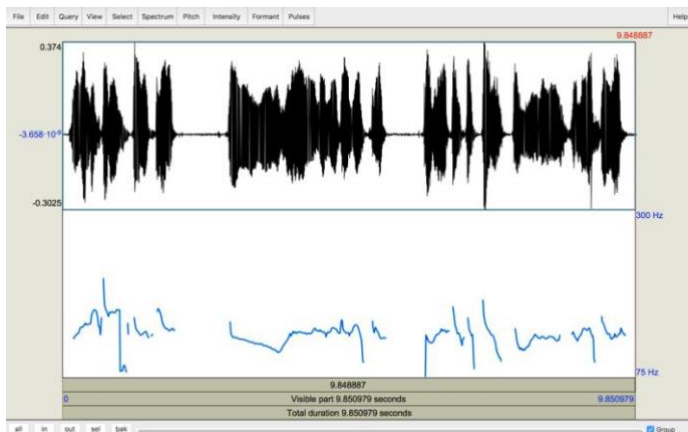
T	T	T	T	T	T	T	T	P	P	K	K
,020	0,017	0,018	0,014	0,016	0,013	0,023	0,020	0,012	0,010	0,010	0,009

Anexo II

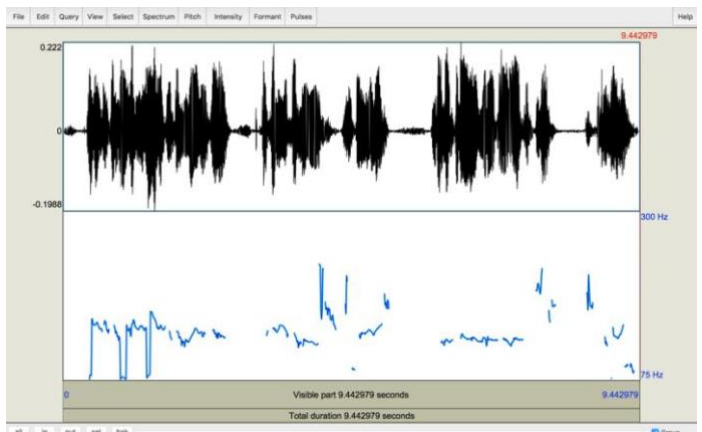
FRECUENCIA FUNDAMENTAL (PITCH)

PARTICIPANTE	FRECUENCIA MEDIA (F_0M)	FRECUENCIA MÍNIMA (F_0MI)	FRECUENCIA MÁXIMA (F_0MA)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
1	133,33	73,50	208,13	15,19
3	137,99	67,55	230,50	24,43
5	134,86	78,82	273,17	23,43
7	108,29	75,50	253,02	23,11
MEDIA TOTAL	128,61	73,84	241,20	21,54

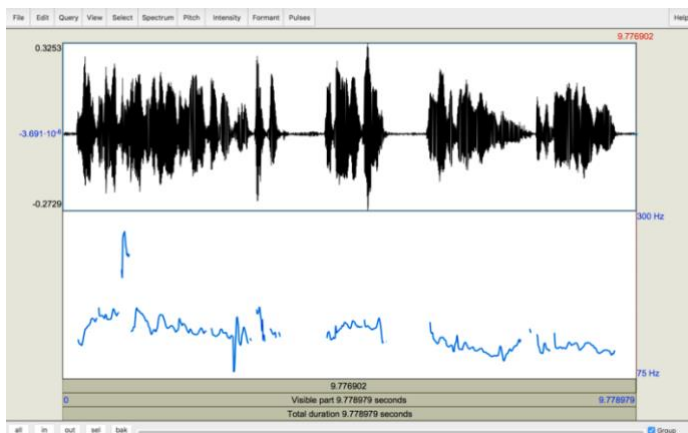
PARTICIPANTE 1



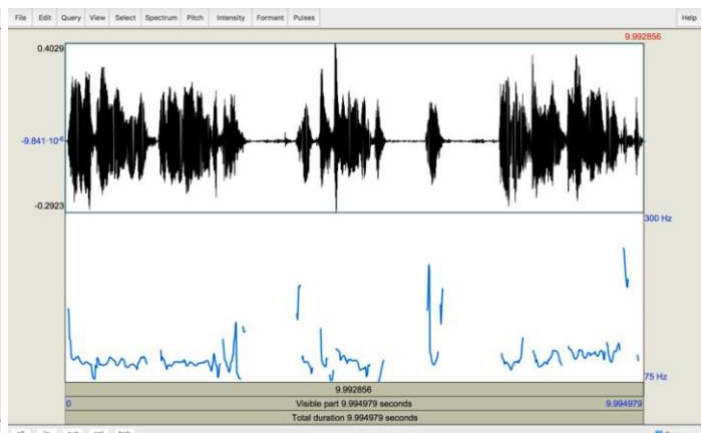
PARTICIPANTE 3



PARTICIPANTE 5



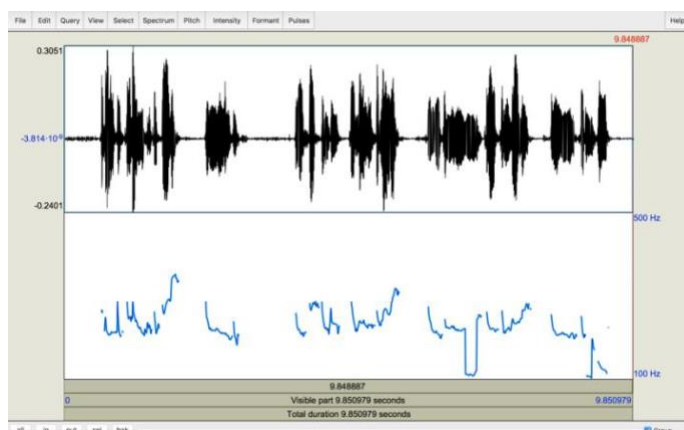
PARTICIPANTE 7



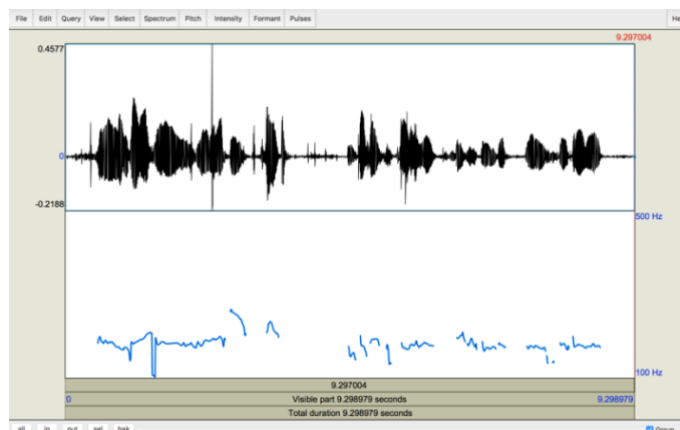
FRECUENCIA FUNDAMENTAL (PITCH)

PARTICIPANTE	FRECUENCIA MEDIA (F_0M)	FRECUENCIA MÍNIMA (F_0MI)	FRECUENCIA MÁXIMA (F_0MA)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
2	224,86	90,87	351,98	44,04
4	183,77	90,42	265,00	21,05
6	188,30	134,93	451,17	23,71
8	196,66	98,23	302,90	29,45
MEDIA TOTAL	198,39	103,61	342,76	29,56

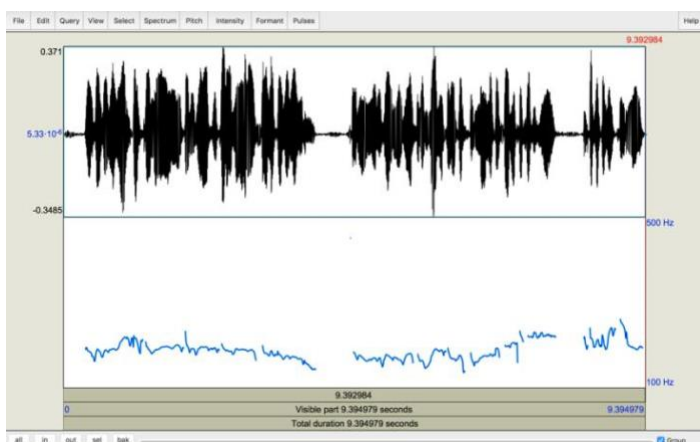
PARTICIPANTE 2



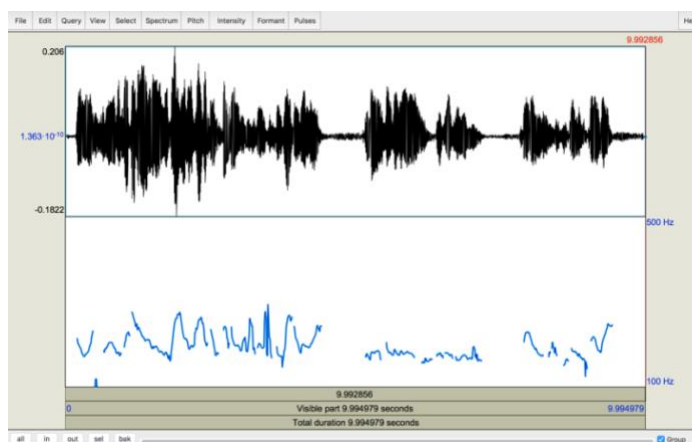
PARTICIPANTE 4



PARTICIPANTE 6



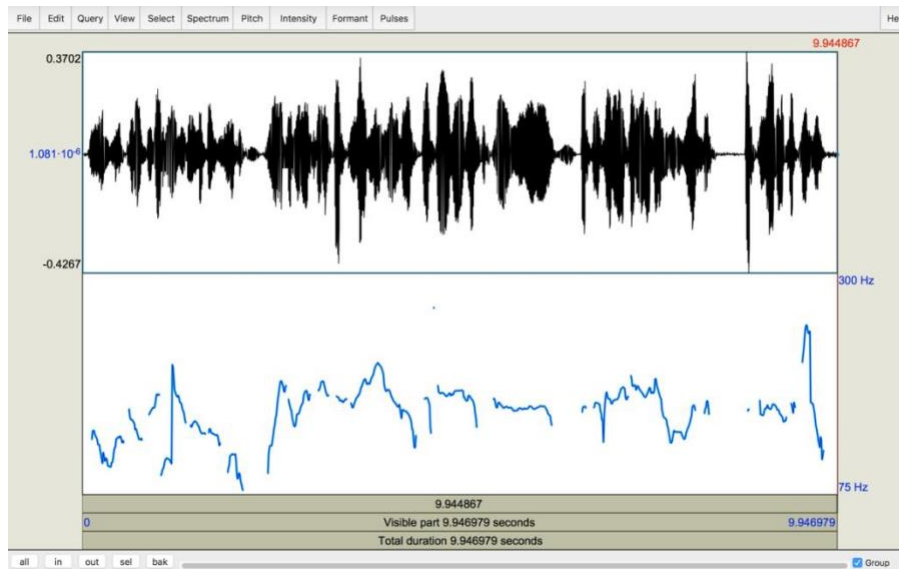
PARTICIPANTE 8



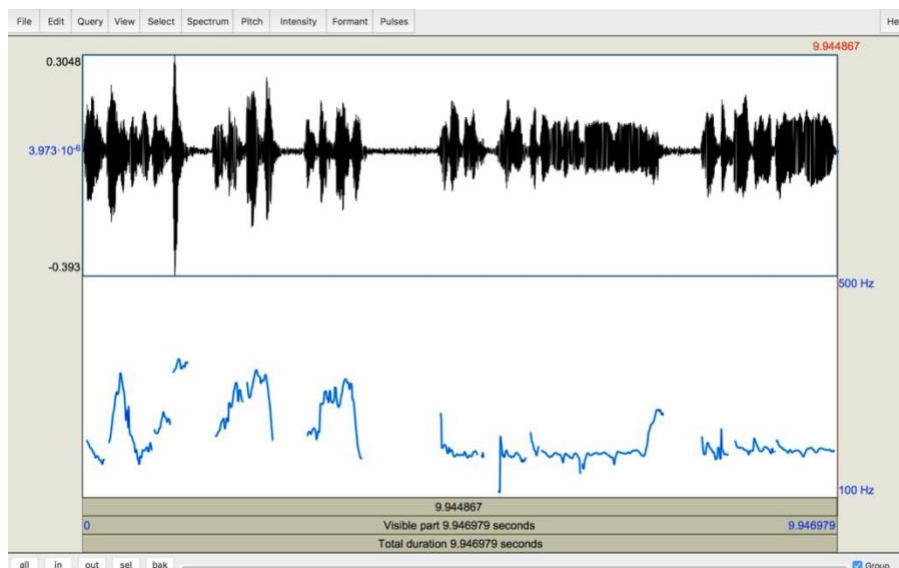
FRECUENCIA FUNDAMENTAL (PITCH)

PARTICIPANTE CONTROL	FRECUENCIA MEDIA (F ₀ M)	FRECUENCIA MÍNIMA (F ₀ MI)	FRECUENCIA MÁXIMA (F ₀ MA)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
9	160,03	79,20	265,16	25,93
10	211,10	108,54	350,91	48,30
MEDIA TOTAL	185,56	93,87	308,03	37,11

PARTICIPANTE 9



PARTICIPANTE 10

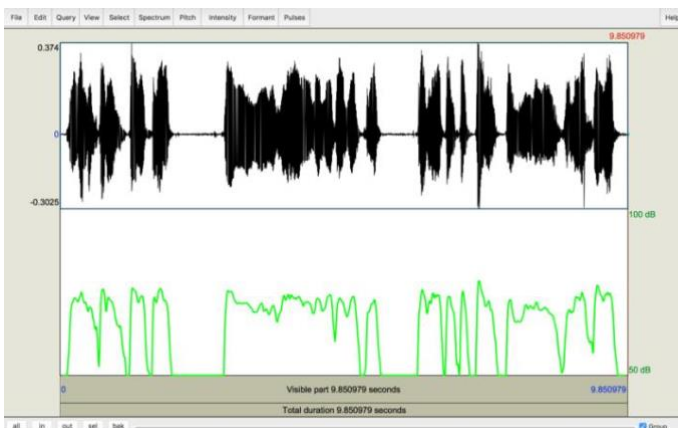


Anexo III

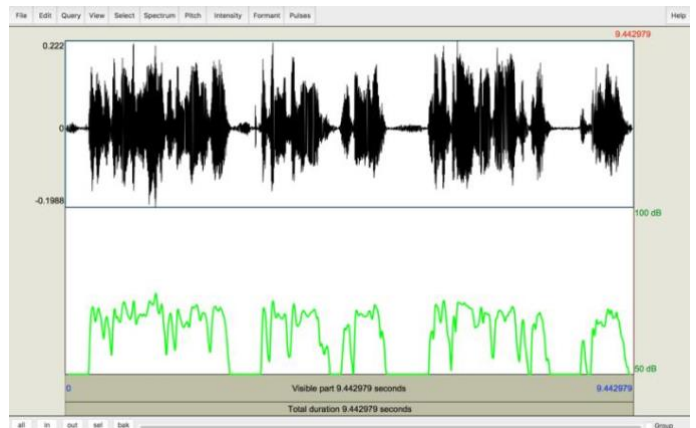
CURVA DE INTENSIDAD

PARTICIPANTE	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD MÍNIMA	INTENSIDAD MÁXIMA
1	70,13	33,53	78,52
3	65,82	32,70	74,25
5	67,37	33,05	76,91
7	69,03	32,01	77,19
MEDIA TOTAL	68,08	32,82	76,71

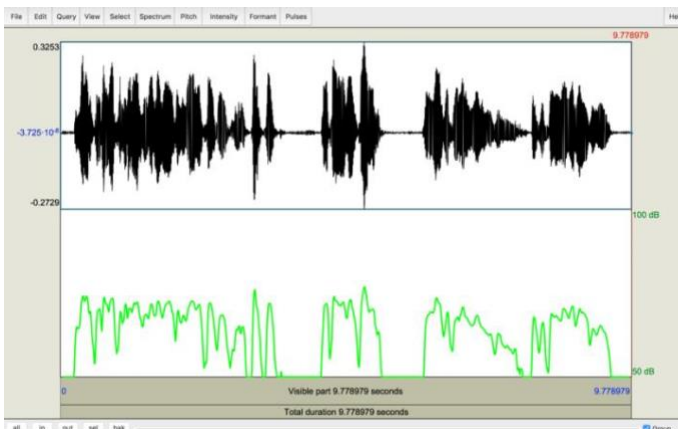
PARTICIPANTE 1



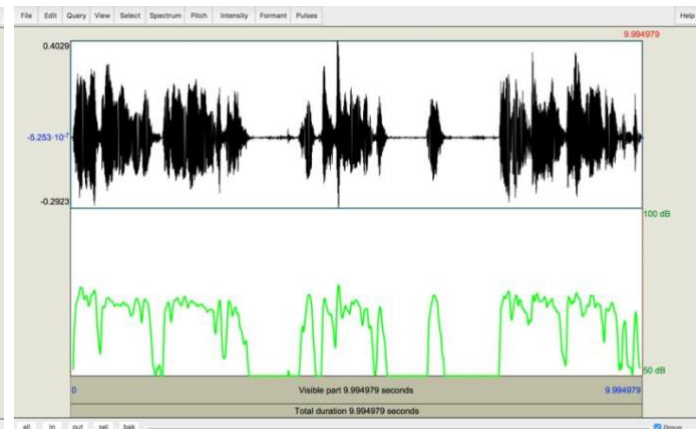
PARTICIPANTE 3



PARTICIPANTE 5



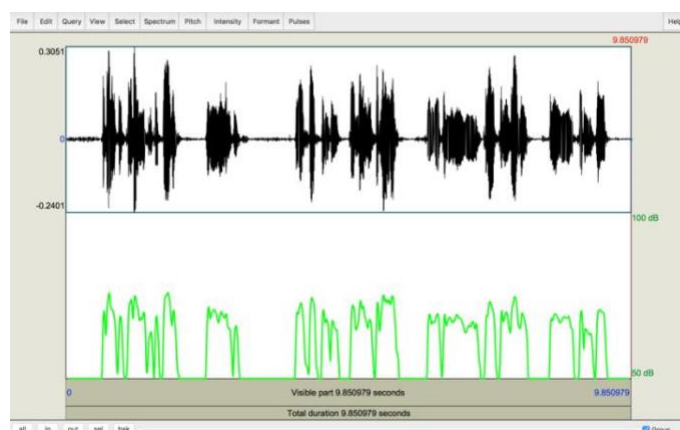
PARTICIPANTE 7



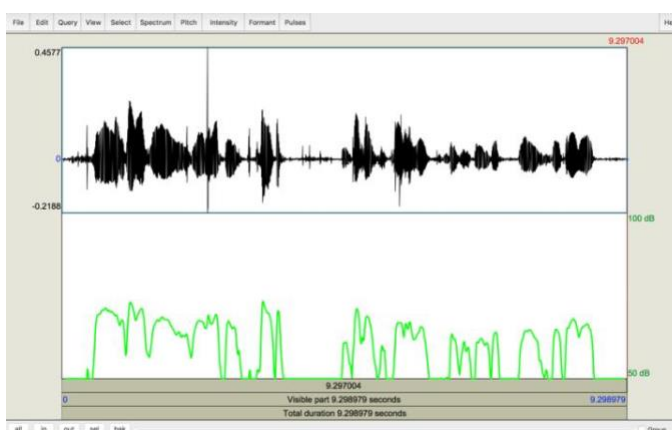
CURVA DE INTENSIDAD

PARTICIPANTE	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD MÍNIMA	INTENSIDAD MÁXIMA
2	66,54	28,84	76,26
4	63,91	33,64	73,79
6	70,27	36,50	77,86
8	63,43	33,23	73,86
MEDIA TOTAL	66,03	33,05	75,44

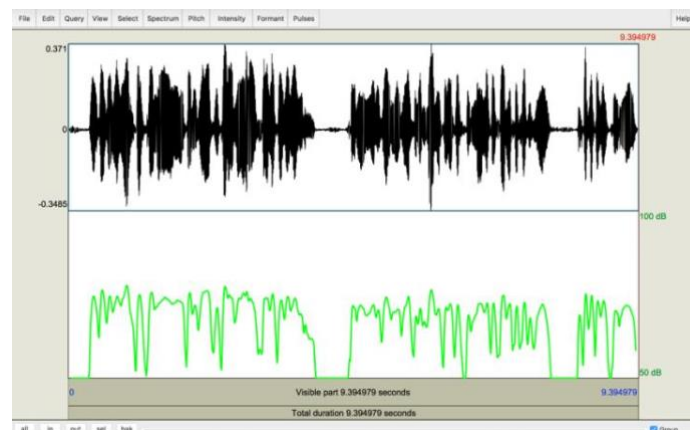
PARTICIPANTE 2



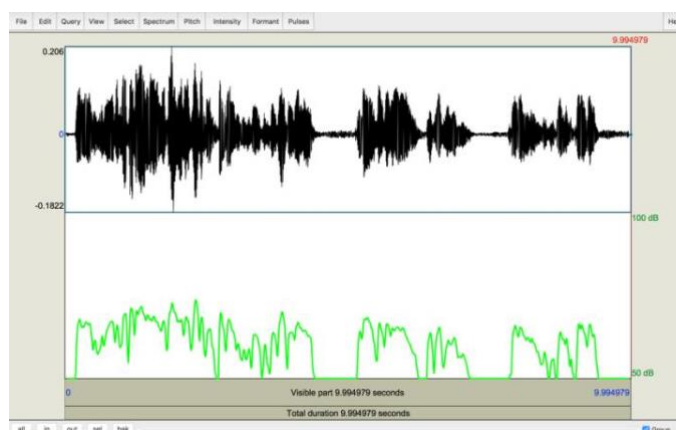
PARTICIPANTE 4



PARTICIPANTE 6



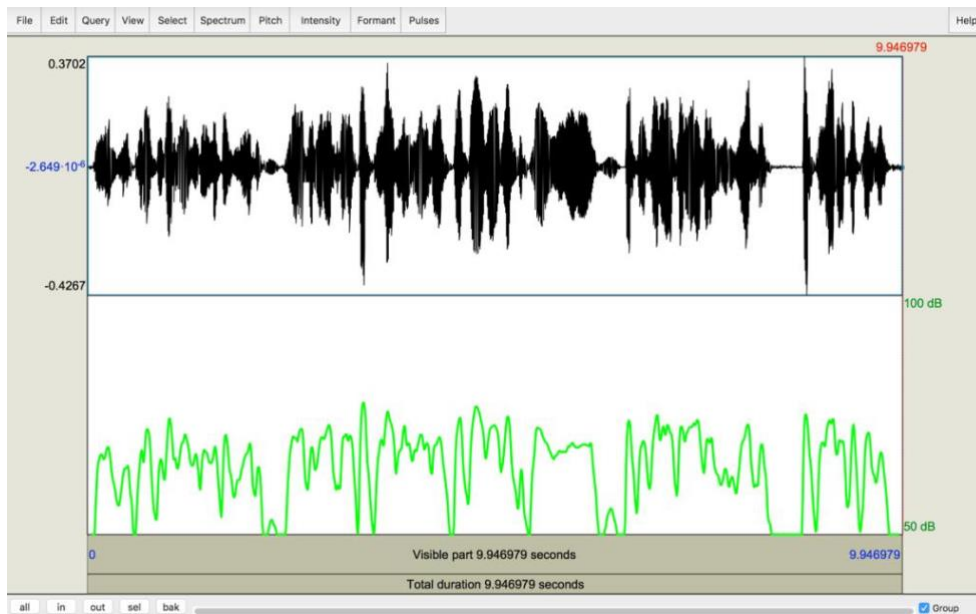
PARTICIPANTE 8



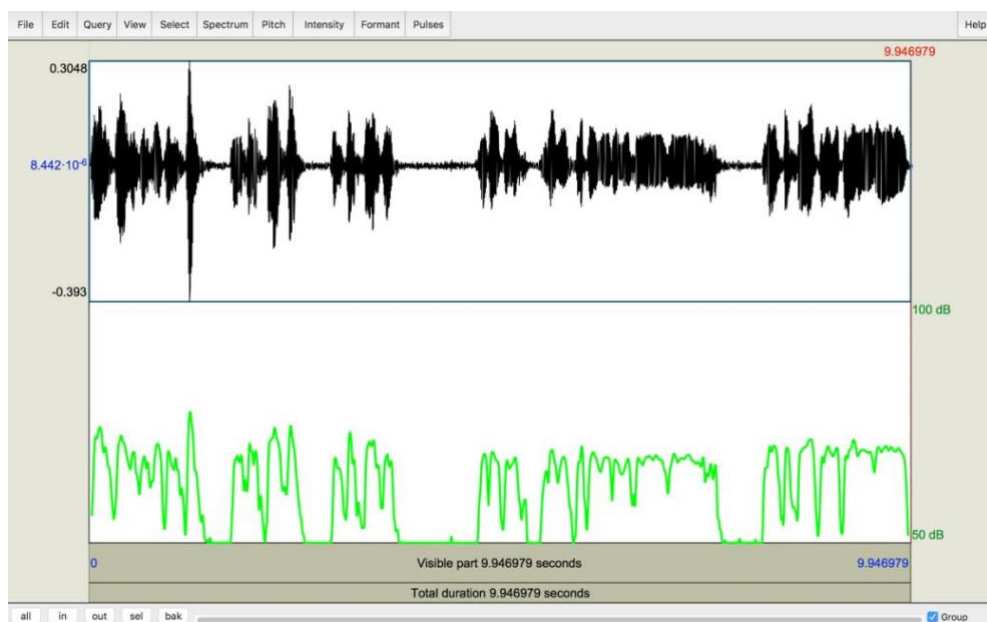
CURVA DE INTENSIDAD

PARTICIPANTE	INTENSIDAD MEDIA	INTENSIDAD MÍNIMA	INTENSIDAD MÁXIMA
9	68,02	32,32	77,60
10	65,99	41,90	77,18
MEDIA TOTAL	67,00	37,11	77,39

PARTICIPANTE 9



PARTICIPANTE 10



CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPANTES

La participación en dicho estudio es totalmente voluntaria y toda la información recogida será estrictamente confidencial, sin utilizarse para ningún propósito fuera de la investigación. Las grabaciones de audio recogidas serán anónimas

TÍTULO DEL ESTUDIO

“Análisis espectrográfico del habla en pacientes afectados por párkinson para contribuir al diagnóstico”

INVESTIGADOR

Hugo Olmedo Iglesias

Yo _____

- ☐ He leído y comprendido esta hoja de consentimiento que se me ha entregado.
- ☐ He podido hacer preguntas libremente sobre este estudio
- ☐ Comprendo que puedo retirarme de este estudio en cualquier momento y sin dar explicaciones.

FECHA

FIRMA DEL PARTICIPANTE